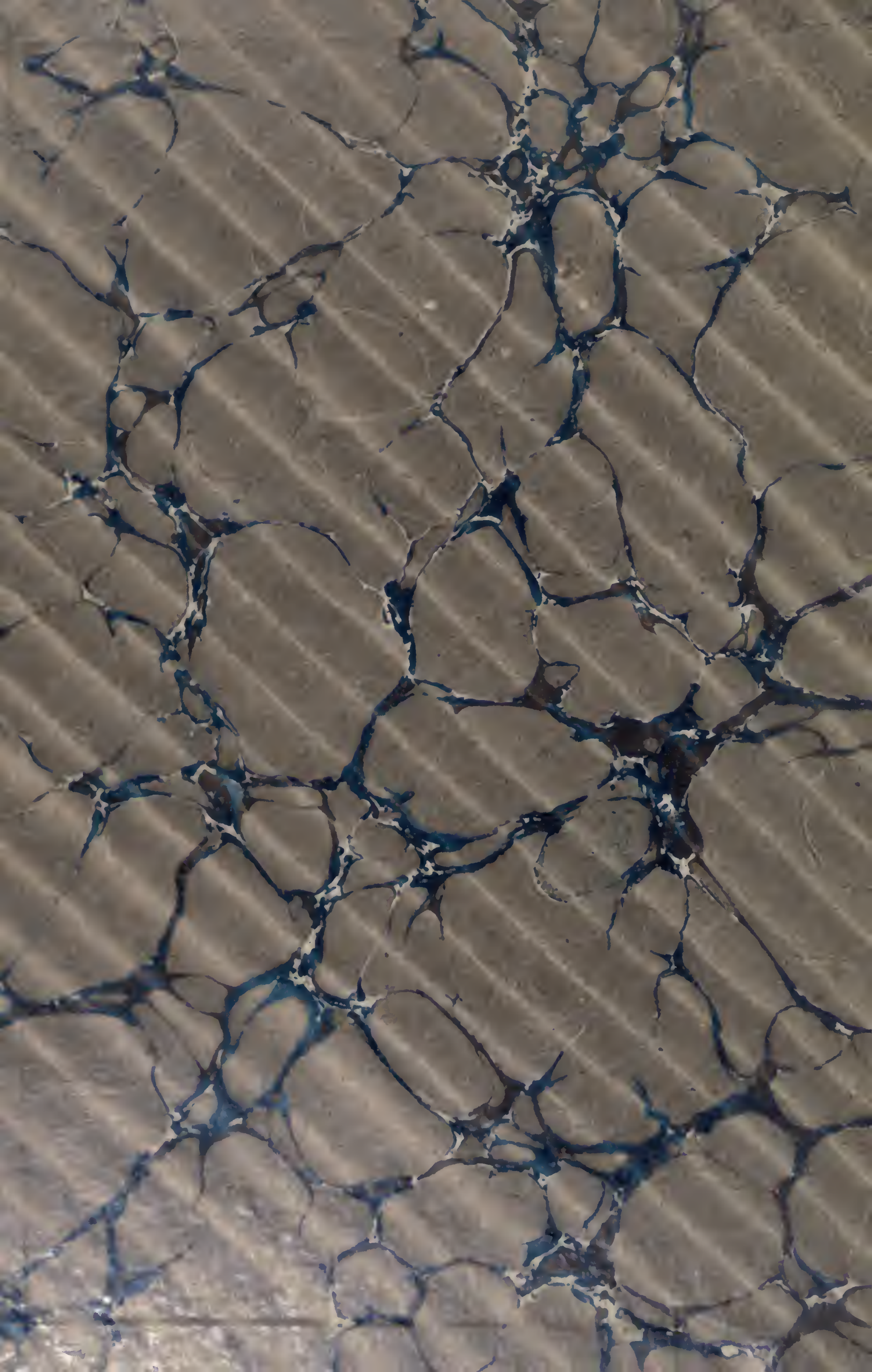

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 01025160 1









HISTOIRE

DES

SCIENCES MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES.


ECCE LABORA ET NOLI CONTRISTARI

HISTOIRE
DES
SCIENCES
MATHÉMATIQUES
ET PHYSIQUES,

PAR

M. MAXIMILIEN MARIE,

RÉPÉTITEUR DE MÉCANIQUE
ET EXAMINATEUR D'ADMISSION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

TOME III.

DE VIÈTE A DESCARTES.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

1884

3414

20 | 5 | 90

6

QA
21
M25
t.3



TABLE DES MATIÈRES.



SIXIÈME PÉRIODE.

DE VIÈTE, né en 1540,
à KÉPLER, né en 1571.

Noms des savants de cette Période.

	Né en	Mort en
VIÈTE	1540	1603
SCALIGER (Joseph)	1540	1609
ROTHMANN	1540	1610
GILBERT	1540	1603
DASYPODIUS	1540	1600
BESSON	1540	
GUIDO UBALDO DEL MONTE	1545	1607
CATALDI	1545	1626
TYCHO-BRAHÉ	1546	1601
PEGEL	1547	1610
STEVIN	1548	1620
URSUS DITHMARSUS	1549	
BYRGE	1549	1632
NÉPER	1550	1617
MÆSTLIN	1550	1631
SARPI (Fra Paolo)	1552	1623
BALDI	1553	1617
VALERIO (Luca)	1553	1618
MAGINI	1555	1617
BRIGGS	1556	1630
HARRIOT	1560	1621
WRIGHT	1560	1615
PITISCUS	1561	1613
BACON (lord de Vérulam)	1561	1626
LANSBERG	1561	1632
ROMAIN (Adrien)	1561	1615
LONGOMONTANUS	1564	1647
GALILÉE	1564	1642
GHÉTALDI	1566	1627
DE DOMINIS	1566	1624
MÉTIUS (Jacques)	1570	1627
MÉTIUS (Adrien)	1571	1635



SIXIÈME PÉRIODE.

Cette période est caractérisée par les travaux de Viète, de Néper, de Tycho-Braché, de Stevin et de Galilée. La méthode n'y subit de modifications profondes que de la part de Viète, mais la dynamique prend naissance entre les mains de Galilée. Nous avons à définir ces deux évolutions.

Application de l'Algèbre à la Géométrie.

Les relations entre les parties d'une même figure sont ou des relations de position ou des relations de grandeurs; par exemple, trois points sont en ligne droite, quatre points sont sur un même cercle, etc., deux droites sont perpendiculaires l'une à l'autre, une droite est tangente à un cercle, ou asymptote à une hyperbole, un cercle est osculateur à une ellipse, etc. : voilà des relations de position.

Au contraire, la proportionnalité des lignes homologues de deux figures semblables, l'équivalence du carré construit sur

l'hypoténuse d'un triangle rectangle à la somme des carrés construits sur les côtés de l'angle droit, l'équivalence des rectangles construits sur les segments de deux cordes qui se coupent dans l'intérieur d'un cercle, etc., sont des relations de grandeurs.

Mais les relations de position gouvernent les relations de grandeurs et réciproquement, c'est-à-dire que les unes sont conséquences des autres. Ainsi, c'est parce qu'un triangle est rectangle que le carré construit sur le plus grand côté est égal à la somme des carrés construits sur les deux autres; et, réciproquement, une telle relation entre les carrés construits sur les trois côtés d'un triangle entraînera la rectangularité de ce triangle.

Le géomètre peut donc indifféremment se proposer de tirer de l'étude d'une figure, soit la connaissance des relations de position, soit celle des relations de grandeurs, pourvu qu'il sache conclure des unes aux autres.

Bien plus, tout problème de géométrie peut toujours être résolu par l'une ou l'autre méthode; et chacune des deux solutions fait connaître ce que l'autre a laissé à l'écart; si c'est des relations de position que la solution procède, la figure construite fournit les éléments inconnus; et, si on s'est proposé de trouver ces éléments, on peut, une fois qu'ils sont connus, effectuer la construction.

Mais, quoique conduisant au même but, les deux méthodes diffèrent essentiellement: la première, qui a conservé le nom de géométrique, consiste à atteindre le but par des combinaisons d'idées concrètes, se traduisant par des transformations de figures; la seconde, la méthode algébrique, consiste à résoudre des équations.

Elles ont du reste l'une et l'autre leurs avantages et leurs incon-

vénients : la seconde a pour but de substituer des difficultés comportant une solution méthodique, trouvée à l'avance, à d'autres, devant lesquelles un défaut d'inspiration laisse l'opérateur inerte ; la première a pour objet de substituer à un fastidieux travail d'élimination des combinaisons ingénieuses d'énoncés concrets.

Celle-ci a le grand avantage qu'un énoncé très simple y tient souvent lieu de formules très compliquées, mais l'emploi de l'autre est davantage à la portée de tous les opérateurs.

C'est à cette seconde méthode que pourrait s'appliquer, jusqu'à un certain point, l'observation du profane Jean-Jacques, que la géométrie analytique est un moulin dont il suffit de tourner la manivelle pour en voir sortir des solutions de problèmes. — Il serait à désirer que l'on eût, pour tous les genres de recherches, des moulins aussi utiles. Ce sont justement ces moulins que la Science cherche sous le nom de méthodes : plus ils peuvent moudre de solutions, et moins ils laissent à faire au meunier ; plus ils sont parfaits, et plus ils attestent le mérite des ingénieurs.

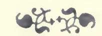
Quoique les anciens aient su passer souvent des relations de position aux relations de grandeurs, et réciproquement, comme ils avaient négligé de se faire une algèbre abstraite, je veux dire une théorie abstraite des transformations que peuvent subir les relations entre grandeurs, ils étaient bien obligés de se borner le plus souvent à la méthode dite *géométrique*.

Mais, dès qu'on eut appris à transformer et à résoudre des équations contenant quelques inconnues mêlées à des données, numériques, il est vrai, mais qui pouvaient changer sans que la méthode de solution en fût affectée, on devait forcément être amené à se proposer de tirer, des relations simples et dès longtemqs

connues qui pouvaient exister entre les éléments voisins d'une même figure, les valeurs des éléments inconnus, au moyen de celles des éléments connus; c'est-à-dire à recourir à la méthode algébrique de solution, lorsque la méthode géométrique ne réussissait pas.

C'est bien un peu ce que nous avons vu faire à Tartaglia et à Cardan, mais leur méthode n'avait pas encore pris tout le développement nécessaire; il y manquait un complément indispensable, elle ne dépassait pas ce qu'eussent exigé des recherches géodésiques.

Leurs calculs portaient sur des nombres, mais il n'y a pas de nombres dans une figure. Pour y en voir, il faut, ou les supposer donnés, ou les y introduire. Les introduire nous paraît tout simple aujourd'hui : il ne s'agit pour cela que d'imaginer une unité et d'y rapporter tous les éléments de la figure. Mais c'est précisément l'introduction de cette idée qui constituait la difficulté, et une difficulté si grande, à ce qu'il paraît, que Viète même ne l'aborda pas encore et ne sut que la tourner, à l'aide d'un artifice assez singulier d'ailleurs. *Tantæ molis erat* de marier l'abstrait et le concret.



L'Algèbre de Viète.

La question, telle que se la posa Viète, était d'introduire les grandeurs elles-mêmes, sous leur forme concrète, dans les équations algébriques, sans rien enlever à ces équations de leur élasticité, c'est-à-dire de leur transformabilité; sans les rendre insolubles, sans les figer dans leurs formes primitives.

Voici comment il y parvint :

Supposons qu'on parte d'une équation entre longueurs ; une multiplication des deux membres par un même nombre, qui eût été utile s'il s'était agi d'une équation entre nombres, sera remplacée par la *duction*, sur chacune des longueurs contenues dans les deux membres, de la longueur correspondant au nombre par lequel on aurait dû multiplier tous les termes de l'équation. Duire (*ducere*) une longueur sur une autre, c'est faire des deux un rectangle.

De même, la division de tous les termes d'une équation par un même nombre sera remplacée par l'*application* de ces termes à une même longueur, c'est-à-dire par l'enlèvement d'une même hauteur à tous ces termes supposés représenter des rectangles ou des parallélépipèdes.

Appliquer un rectangle à une droite, c'est former la hauteur du rectangle ayant cette droite pour base et dont la surface équivaudrait à celle du proposé.

La duction successive de plusieurs longueurs sur les termes, linéaires par exemple, d'une équation, en fait, la première, des rectangles, la seconde, des parallélépipèdes rectangles, et les suivantes, afin que la Géométrie supplée au défaut de la Géométrie (*ut Geometria suppleatur Geometriæ defectus*), des *sursolides*, plans-plans, plans solides, etc.

De même, l'application successive de parallélépipèdes à deux droites en fait d'abord des rectangles, puis des longueurs, etc.

L'extraction des racines carrées ou cubiques des deux membres de l'équation à traiter sera aussi facilement remplacée par le retour aux côtés des carrés ou des cubes représentés dans les deux membres, etc.

Toutes les transformations utiles pour la résolution des équations restant ainsi possibles, rien n'empêchera plus de transporter aux équations entre grandeurs, les unes données et les autres inconnues, les méthodes de résolution déjà instituées pour la résolution des équations entre nombres, les uns donnés, et les autres inconnus, puisque ces méthodes ne consistent que dans l'emploi de combinaisons convenables des six opérations élémentaires de l'arithmétique, l'addition, la soustraction, la multiplication, la division, l'élévation à une puissance, l'extraction d'une racine à faire subir successivement aux deux membres de l'équation à résoudre.

En effet, les opérations mécaniques d'additionnement, de retranchement, de duction, d'application, de formation de carrés ou de cubes ou de quadrato-quadrata, etc., enfin, de retour aux côtés des carrés, des cubes, des quadrato-quadrata, etc., correspondant aux opérations arithmétiques qu'on aurait dû faire subir aux deux membres d'une équation numérique donnée, pour la résoudre, elles modifieront successivement de la même manière l'équation concrète correspondante et par conséquent en donneront aussi la solution.

On a pu remarquer que l'expression *ducere in* était déjà employée avant Viète, pour *multiplier par*. Cela tient à ce que les algébristes arabes et leurs imitateurs italiens ou allemands se servaient simultanément, dans leurs recherches, de considérations arithmétiques et géométriques. Quand ils voulaient faire le produit de deux nombres, ils employaient l'expression *multiplier par*, mais quand, pour raisonner sur ce produit, ils lui donnaient la figure d'un rectangle, ils disaient *ducere in*; ainsi 3 *ductus*

in 5 désignait le rectangle ayant pour mesure 3 multiplié par 5 ; mais ils n'observaient pas toujours la règle et employaient souvent *ducere in* pour *multiplicare*, et réciproquement.

On serait tenté de croire, en lisant les œuvres de Viète dans l'édition qu'en a donnée Schooten, qu'il se permettait la même confusion ; mais ce serait une erreur. C'est Schooten, dans les explications dont il entremêle quelquefois le texte de Viète, qui a fait la confusion, du reste bien innocemment, car les *multiplications* et *divisions* qu'il substitue dans ses additions au texte, aux *ductions sur* et aux *applications à* de Viète ne sont pas des multiplications et divisions de nombres, mais les multiplications et divisions concrètes imaginées par Descartes ; les produits et quotients qui en proviennent sont des quatrièmes proportionnelles.

Au reste, ce qui distingue de celui des Arabes le *ducere in* de Viète, c'est qu'il a pour corrélatif inverse l'*adplicare ad* inconnu jusqu'à Viète. L'*application à*, qui n'est autre chose que l'enlèvement de l'*appliquée* d'Apollonius, est une opération exclusivement géométrique et il en est de même de la *duction sur*.

Principe de l'homogénéité.

Ce principe ressort sans démonstration utile de la conception de Viète ; aussi en reproduit-il souvent l'énoncé, sans autre explication que celle qui résulte du mécanisme des opérations elles-mêmes.

C'est qu'en effet une équation qui vient d'être lue sur une figure est nécessairement homogène et que les opérations pratiquées dans l'algèbre *speciosa* modifient de la même manière les

degrés de tous les termes, en leur ajoutant ou retranchant les mêmes dimensions.

Mais nous profiterons de l'occasion que nous donne l'étude des travaux de Viète, pour examiner son principe de l'homogénéité à tous les points de vue qu'il comporte, au moins en ce qui concerne les relations géométriques.

Nous le retrouverons plus tard, sous une autre forme, d'abord à propos des travaux de Carnot, ensuite à l'occasion de ceux de Fourier.

Rappelons d'abord la démonstration qu'on donne habituellement de la loi d'homogénéité.

Les mesures des grandeurs, d'espèces différentes, qui peuvent entrer dans une même équation, dépendant des unités auxquelles ces grandeurs peuvent être rapportées, et ces unités ayant été laissées arbitraires, l'équation doit présenter, dans sa forme. un caractère tel que les mesures de toutes les grandeurs d'une même espèce puissent y varier proportionnellement, sans que les deux membres cessent d'être égaux.

Or, cette condition exige que tous les termes de l'équation soient de même dimension par rapport à chaque espèce de grandeurs.

On, pourrait reprocher à cette démonstration de supposer à peu près l'équivalent de ce qu'on voulait établir; car une partie de la question serait précisément d'éclairer le point important de la variabilité arbitraire des unités.

Le raisonnement sous-entendu par Viète fournirait une démonstration satisfaisante. Le voici :

Au moment où l'on note l'équation, la loi du phénomène dont il s'agit, où l'on traduit mot à mot les conditions de l'énoncé,

tous les termes que l'on écrit sont nécessairement de la même dimension, c'est-à-dire que, si les grandeurs considérées sont des longueurs, les signes + et — ne relient entre elles que des grandeurs exprimées par des quatrièmes, des moyennes proportionnelles, etc.; de sorte qu'en comptant pour une seule lettre chaque radical, qui portera d'ailleurs sur autant de grandeurs de même espèce qu'il y aura d'unités dans son indice, on trouvera toujours dans chaque terme une lettre de plus à chaque numérateur qu'au dénominateur correspondant. Au reste, tous les termes de l'équation devant être de même nature, pour qu'elle ait un sens, tous les multiplicandes seront de même espèce. Enfin, comme deux grandeurs n'ont de rapport qu'autant qu'elles sont de même espèce, on trouvera toujours autant d'antécédents de chaque genre au numérateur que de conséquents semblables au dénominateur.

L'équation, dans cet état, sera homogène.

Si, ensuite, comme le faisait Viète, on élève le degré commun de tous les termes, en duisant à chacun d'eux l'un des conséquents, ou plusieurs successivement, au risque d'atteindre aux *sursolides* en Géométrie, et à des conceptions encore plus idéales en Mécanique, par exemple; ou si, comme les modernes, on a modifié l'équation primitive du phénomène en en multipliant ou divisant tous les termes dans les rapports de quelques données à leurs unités, comme on n'écrit jamais ces unités, on aura augmenté ou diminué chaque fois d'une unité le nombre des grandeurs de même espèce qui se trouvaient dans les numérateurs ou les dénominateurs. Tous les termes seront, par conséquent, restés toujours de même dimension, et l'équation elle-même sera restée homogène.

Il en serait de même si l'on avait élevé les deux membres de l'équation à une même puissance, ou qu'on en eût extrait des racines de même indice.

Si l'on avait eu à multiplier ou à diviser membre à membre des équations séparément homogènes, elles eussent fourni de même des équations homogènes.

Enfin, quant aux combinaisons par addition et soustraction d'équations différentes, comme elles ne peuvent jamais avoir pour objet, en analyse, qu'une élimination qui ne saurait réussir qu'autant que les équations ajoutées ou retranchées contiendraient un même terme, il en résulte que ces équations, étant déjà séparément homogènes et contenant un même terme, seront de même degré et donneront, par conséquent, en se combinant, des équations toujours homogènes.

Ce qui vient d'être dit des équations entre longueurs conviendrait évidemment aux équations entre surfaces et volumes, une surface étant le résultat de la duction d'une longueur sur une autre, et un volume, le résultat de la duction d'une longueur sur une surface : ces équations, au moment où elles seraient formulées, à la lecture d'une figure, seraient nécessairement homogènes.

Telle devait être à peu près la pensée de Viète. Mais on n'aurait qu'une idée très imparfaite de la loi d'homogénéité si l'on ne la rattachait à des considérations d'un ordre plus élevé.

Le fait général, évident, qui doit servir de base à l'établissement de la loi d'homogénéité, ne consiste vraiment pas en ce que l'unité ou les unités supposées sont toujours arbitraires, ce qui constitue le point de départ le plus généralement adopté, ni en ce que l'équation, au moment où on la pose, est nécessairement homogène, mais en ce que tout phénomène quelconque qui vient

de se développer pourrait être reproduit similairement en plus petit ou en plus grand, sans qu'aucune différence essentielle en résultât. En d'autres termes, la loi d'homogénéité est l'expression de la loi de similitude.

Quand on a pu obtenir les lois d'un phénomène sans faire aucune hypothèse sur la grandeur des données, les équations auxquelles on est parvenu conviennent à toute une série de phénomènes analogues, et notamment à tous ceux qui, sans sortir des conditions qu'on a supposées, se développeraient similairement. Ces équations doivent donc permettre une variation similaire quelconque des causes et des effets entre lesquels elles établissent des relations. C'est dans cette condition que la loi d'homogénéité prend son origine.

Par exemple, toute propriété générale d'une figure géométrique définie convient évidemment à toutes les figures semblables; or, la similitude en Géométrie exige l'égalité des angles et la proportionnalité des distances; toute équation qui traduira une propriété générale d'une figure quelconque devra donc être telle que les longueurs qu'elle contiendra puissent y varier proportionnellement, les angles restant constants, sans qu'elle cesse d'être satisfaite.

Cette manière de concevoir la loi d'homogénéité aura l'avantage, non seulement d'en présenter la vraie cause, pour les équations notées au moyen des signes des fonctions simples des trois premiers couples, mais encore de laisser entrevoir au moins que les fonctions transcendantes doivent être assujetties à une loi encore inconnue, qui dériverait du même principe, la possibilité de changer similairement un phénomène quelconque sans en altérer les lois.

Si toutes les grandeurs qui entrent dans une même équation sont de même espèce et doivent varier proportionnellement, pour que le phénomène reste semblable à lui-même, comme la même équation devra traduire également les lois de tous les phénomènes semblables à celui qu'on a supposé, il faudra qu'en multipliant dans un même rapport toutes les grandeurs qui y entrent, cette équation reste satisfaite, et, pour cela, il faudra que chaque terme y contienne en numérateur le même excédent de lettres par rapport au dénominateur. L'équation devra donc être homogène.

Si les grandeurs considérées étaient d'espèces différentes et pouvaient varier proportionnellement dans chaque genre et indépendamment, sans que le phénomène cessât de rester semblable à lui-même, il faudrait que tous les termes de chacune des équations de ce phénomène fussent de la même dimension par rapport à chaque espèce de grandeurs.

Il en est ainsi, par exemple, dans toute question mécanique : la similitude se conserve lorsque, les trajectoires des différentes molécules considérées restant les mêmes, elles sont parcourues avec des vitesses plus grandes ou plus petites, mais assujetties à la loi de proportionnalité.

Cela suppose que les forces varient dans un rapport carré, et les durées des transports, ou les intervalles de temps correspondants aux passages d'une même molécule par les mêmes points, dans le rapport inverse simple.

Par conséquent, toute équation d'un phénomène dynamique doit être telle que si les forces y sont multipliées dans un rapport carré, et les temps dans le rapport inverse simple, elle puisse rester satisfaite sans qu'aucune dimension du système mis en

mouvement ni aucun paramètre d'aucune trajectoire doive changer.

Si, dans cette équation, certaines constantes désignaient des vitesses initiales, ces vitesses devraient être multipliées dans le même rapport que les autres, c'est-à-dire dans un rapport égal à la racine carrée de celui des forces, ou dans le rapport inverse des temps.

Par exemple, la durée d'une oscillation complète du pendule simple est

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \frac{1}{8} \frac{h}{l} + \frac{3^2}{4^4} \frac{h^2}{l^2} + \dots \right],$$

h représentant la différence de niveau entre le point d'où l'on a abandonné le mobile à lui-même et le point le plus bas du cercle, et l le rayon de ce cercle; si, h et l restant fixes, g, l'intensité de la force, variait dans un rapport carré, le temps t d'une oscillation varierait dans le rapport simple inverse.

La similitude se conserve encore lorsque les trajectoires restent les mêmes et sont parcourues dans les mêmes temps par des systèmes matériellement semblables. Cela arrive lorsque les forces varient toutes en même temps que toutes les masses dans un même rapport. Par conséquent, toute équation d'un phénomène dynamique doit être telle que, les éléments géométriques du système en mouvement et les paramètres des trajectoires restant les mêmes, ainsi que les durées des temps des évolutions, les forces et les masses puissent y varier proportionnellement.

La similitude se conserve encore lorsque, les trajectoires variant similairement en même temps que les éléments géométriques du système mû, les trajectoires sont parcourues avec les

mêmes vitesses aux points homologues, de manière que les intervalles des passages des mêmes molécules aux points homologues varient proportionnellement aux éléments géométriques. Cela exige que les forces varient en raison inverse des paramètres des trajectoires, les densités d'ailleurs variant en raison inverse des cubes des mêmes paramètres, afin que les masses ne changent pas.

Si certaines constantes désignaient des vitesses initiales, il ne faudrait pas les modifier, puisque les vitesses variables devraient partout rester les mêmes aux points correspondants des trajectoires semblables.

Il en résulte que toute équation d'un phénomène dynamique doit être telle que, les masses ne variant pas, elle reste satisfaite si les temps et les éléments géométriques varient dans un même rapport, et les forces dans le rapport inverse.

C'est ce qu'on vérifie sur la formule

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \frac{1}{8}\frac{h}{l} + \cdots \right]$$

citée plus haut; si h et l varient dans le même rapport, c'est-à-dire si l'on place semblablement deux points matériels de même masse sur deux circonférences verticales, et que la pesanteur rapportée à l'unité de masse, g, ou la force accélératrice, varie de l'un à l'autre en raison inverse de celle suivant laquelle varie le rayon de la circonférence, les temps d'une oscillation seront comme ces rayons.

Enfin, la similitude se conserverait encore si, les trajectoires variant similairement, en même temps que les éléments géométriques du système mû, ces trajectoires étaient parcourues avec

de nouvelles vitesses aux points homologues, plus grandes ou plus petites, mais ayant un rapport fixe avec les anciennes, de manière que les intervalles des passages des mêmes molécules aux points homologues variassent en raison directe des éléments géométriques et en raison inverse des vitesses. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que les forces variassent en raison directe des éléments géométriques et en raison inverse des carrés des temps.

Il résulte de là que toute équation d'un phénomène dynamique doit être telle qu'elle reste satisfaite, lorsqu'on y change les éléments linéaires dans un même rapport, les intervalles des temps dans un autre rapport indépendant du premier, et les forces dans un rapport composé de celui des éléments géométriques et de l'inverse du carré de celui des temps.

Si dans cette équation certaines constantes désignaient des vitesses initiales, il faudrait les multiplier dans le même rapport que les autres, c'est-à-dire en raison composée de celle des éléments géométriques et de l'inverse de celle des temps.

Voici un cas particulier remarquable de la loi qui vient d'être énoncée : si des systèmes géométriquement semblables et de mêmes masses, sous les volumes homologues, décrivent des trajectoires semblables, et que les forces qui les meuvent varient de l'un à l'autre en raison inverse des carrés des éléments géométriques, les intervalles des temps des passages des molécules aux points homologues seront comme les cubes des éléments géométriques homologues.

La formule

$$t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left[1 + \frac{1}{8}\frac{h}{l} + \cdots\right]$$

permet encore de vérifier ces prévisions : si, deux mobiles étant

placés en deux points semblablement placés sur deux cercles verticaux, la pesanteur variait de l'un à l'autre en raison inverse du carré de celle des rayons, les carrés des temps d'une oscillation seraient comme les cubes des rayons.

C'est l'analogue de la troisième loi de Képler : les carrés des temps des révolutions des planètes sont comme les cubes des grands axes de leurs orbites.

Cette loi de Képler n'est, comme on sait, qu'approximative : mais aussi les systèmes formés par le Soleil et les diverses planètes, prises séparément, ne sont-ils pas semblables, les planètes n'ayant pas toutes même masse, et les vitesses aux périhélies, qu'on pourrait considérer comme les vitesses initiales, n'ayant pas d'ailleurs les valeurs qu'elles devraient avoir dans l'hypothèse de la similitude.

Dans tous les exemples que nous avons pris jusqu'ici, la similitude se traduisait par la proportionnalité des éléments homologues; il n'en est pas toujours ainsi : pour les grandeurs angulaires, elle exige l'égalité, si l'on a pris pour origine des angles la direction d'une ligne de la figure, et l'équidifférence, si cette origine est restée arbitraire. Elle exige de même l'équidifférence pour les températures, lorsque le zéro de l'échelle thermométrique est resté arbitraire. Pour d'autres genres de grandeurs, elle pourrait se traduire par d'autres relations analytiques.

Enfin la loi d'homogénéité ou de similitude peut encore être considérée à un autre point de vue, bien plus important, que nous avons déjà indiqué, mais que nous ne pourrons nettement caractériser que plus tard : la nature de la condition de similitude, propre aux différents groupes de phénomènes, détermine la nature des fonctions simples qui peuvent entrer dans l'expression

analytique des lois qui régissent ces groupes de phénomènes. Ainsi, c'est parce que la similitude des figures géométriques exige la proportionnalité des éléments linéaires, que les relations entre ces éléments s'expriment naturellement au moyen des fonctions simples qui dérivent elles-mêmes de la loi de proportionnalité, produits, quotients, puissances et racines de tous les ordres.

C'est parce que la similitude des figures géométriques exige l'égalité des angles que les angles ne sauraient entrer sous les fonctions qui dérivent de la loi de proportionnalité. Mais orsqu'on concevra, comme l'a fait Carnot, les angles comptés à partir d'une origine arbitraire, comme alors la loi de similitude, relativement à ce genre d'éléments, se traduira par une condition d'équidifférence, on pourra prédire que les fonctions sous lesquelles ils peuvent entrer dans les formules sont les fonctions exponentielles. Il en sera de même, et pour la même raison, des températures; au moins pour toutes les théories où, comme dans celle de Fourier, on admettra que l'échange de chaleur entre deux corps ne dépend que de la différence de leurs températures.



Origines de la Mécanique.

Il nous reste à indiquer les progrès que fit la Mécanique dans cette période, grâce aux travaux de Stevin et de Galilée.

On sait jusqu'où Archimède avait porté, par un seul effort, la théorie de l'équilibre des corps pesants; on a vu que la théorie du levier avait pris quelques développements dans les derniers temps où achevait de s'éteindre l'École d'Alexandrie, mais on se

rappelle que Pappus n'était arrivé qu'à une solution absurde du problème inénarrable qu'il s'était posé relativement au plan incliné.

Le frottement, qui joue un rôle important dans tous les mouvements effectifs, avait fait à ce point illusion aux anciens qu'ils ignoraient que, sans cette résistance passive, la moindre force mettrait en mouvement les plus grandes masses, soustraites à l'action de la pesanteur; et Pappus essayait de comparer les forces capables de mouvoir un même corps placé successivement sur un plan horizontal et sur un plan incliné, croyant parfaitement que, pour passer d'un cas à l'autre, il suffisait de tenir compte de l'inclinaison du plan; comme si une force si minime qu'elle fût ne mouvrait pas les plus grandes masses sur un plan horizontal, en supposant le frottement nul, parce que la pesanteur n'obtiendrait alors aucun effet.

La Mécanique théorique était, depuis lors, restée absolument stationnaire; elle ne reprit son essor qu'au seizième siècle.

Stevin établit la condition d'équilibre d'un corps pesant placé sur un plan incliné (sans frottement) et retenu par une force parallèle à la ligne de plus grande pente du plan, qui tendrait à le faire monter.

Il trouva encore, sous une forme, il est vrai, très vicieuse, mais dont il fut facile de tirer la règle du parallélogramme des forces, la condition d'équilibre d'un solide pesant, soumis à l'action de deux forces obliques, dirigées vers son centre de gravité et tendant à le faire monter.

Mais, jusque-là, la Dynamique n'avait pas encore pris naissance. Nous en avons indiqué les raisons, qui tiennent d'abord à ce que, les effets des résistances dues aux frottements se mêlant

partout aux effets des forces directement appliquées, il était bien difficile d'instituer des expériences capables de donner des résultats utilisables; en second lieu, à des habitudes vicieuses de l'esprit, dont il était très difficile de se débarrasser: nous voulons parler de la confusion d'idées qui devait naturellement naître de l'observation simultanée des effets produits par les causes de mouvement auxquelles seules nous donnons aujourd'hui le nom de forces, et par les percussions au moyen desquelles nous produisons la plupart des effets utiles, dans les circonstances ordinaires de la vie; car, même dans le cas où nous nous employons à une traction, la mise en marche n'est habituellement obtenue que par un effort instantané considérable, qui nous fait encore nécessairement illusion.

Il n'y avait guère que les effets dus à la pesanteur sur les corps tombant librement, ou n'éprouvant que des résistances presque insensibles, telles que celle de l'air, dont l'observation intelligente pût mettre sur la voie des premiers principes de la Dynamique.

C'est Galilée qui, le premier, sut faire convenablement ces observations.

On croyait et on professait depuis Aristote que les vitesses acquises, au bout de temps égaux, par des corps tombant librement sous l'influence de la pesanteur, sont proportionnelles à leurs poids. Galilée fit voir, par des expériences réitérées, que des corps de poids très différents, abandonnés en même temps à eux-mêmes, du haut d'une tour, arrivaient au pied à très peu près en même temps, s'ils avaient à peu près même densité; et il fit remarquer que, dans le cas où les densités différaient beaucoup, le retard des plus légers tenait simplement à ce que la résistance de l'air avait sur eux un effet plus marqué.

On avait fait toutes les hypothèses imaginables sur la loi de la variation de la vitesse d'un corps pesant, rapprochée soit de l'espace déjà parcouru, soit du temps déjà écoulé, depuis le commencement de la chute. Les uns croyaient la vitesse acquise proportionnelle au chemin déjà parcouru, d'autres tenaient pour une certaine division en moyenne et extrême raison, etc. Quant aux raisons alléguées en faveur de chaque système, la raison n'y avait naturellement aucune part. Galilée préféra recourir à l'expérience. Il trouva que les espaces parcourus croissent comme les carrés des temps, et il en conclut que les vitesses croissaient comme les temps.

Enfin, on croyait, avant Galilée, qu'un projectile lancé obliquement se meut en ligne droite, jusqu'à ce que sa vitesse soit détruite, et tombe ensuite verticalement. Galilée fit voir que la trajectoire d'un projectile est une parabole; il calcula le paramètre de cette parabole, d'après la grandeur et la direction de la vitesse initiale, en déduisit l'amplitude du jet et vérifia toutes les conséquences de sa théorie. La concordance des faits observés avec les prévisions lui permit d'établir ce principe, que la vitesse d'un projectile est, à chaque instant, représentée par la diagonale du parallélogramme construit sur les droites qui représentent la vitesse initiale et celle que le mobile aurait acquise, dans la direction verticale, en raison du temps écoulé.

La comparaison faite par Galilée des durées des oscillations de pendules de différentes longueurs vint encore fournir une nouvelle vérification de la théorie.

En résumé, il y avait preuves concluantes que la pesanteur appliquée à un corps, à partir du repos, lui imprime un mouvement uniformément accéléré, et que, si ce corps avait déjà une

vitesse initiale lorsque la pesanteur pourrait agir sur lui, son mouvement projeté sur la direction de la vitesse initiale, parallèlement à la verticale, reproduirait le mouvement rectiligne et uniforme, antérieurement acquis, tandis que, projeté sur la direction de la pesanteur, parallèlement à la vitesse initiale, il coïnciderait avec le mouvement rectiligne et uniformément varié que la pesanteur aurait imprimé au corps, pris au repos. C'était un progrès considérable.

Notons encore que Galilée avait des notions très nettes et très exactes sur les effets des frottements et de la résistance de l'air; enfin, qu'il eut une sorte d'intuition du principe de la théorie des machines, car il dit expressément : « Ce que l'on gagne du côté de la puissance, on le perd du côté du temps, et précisément dans le même rapport. »

Cependant Galilée ne voyait encore dans la pesanteur qu'une cause générale, assez mal définie, de mouvement, ou plutôt la pesanteur des corps n'était encore à ses yeux que leur tendance au mouvement, dans la direction verticale; il ne voyait pas encore dans leur poids la force qui les meut. Il ne faudrait pas le moins du monde penser qu'il ait eu la conception du premier principe de la Dynamique, qu'une force constante de grandeur et de direction, appliquée à un corps, à partir du repos, lui communique un mouvement rectiligne et uniformément accéléré; encore moins qu'il ait formulé, comme on le dit, le principe de la composition des effets de deux forces constantes de grandeur et de direction, simultanément appliquées à un même solide. Les historiens lui ont prêté ces idées parce que l'analyse de ses travaux en devenait plus facile et que d'ailleurs il restait, en effet, peu de chose à faire après lui pour s'élever à ces idées nouvelles.

Il convient aussi de remarquer que la notion des masses ne s'était pas encore fait jour du temps de Galilée. Cela est d'autant moins étonnant que les masses n'ont aucun rôle à jouer dans les questions de Statique, qui avaient seules occupé les esprits jusque-là. En réalité, on ne trouve, dans les œuvres de Galilée, qu'un chapitre de la Cinématique.



Progrès de l'Arithmétique.

Ils consistent essentiellement dans l'invention du mode de calcul par logarithmes.



Progrès de l'Algèbre.

Viète établit la formule du développement des puissances successives d'un binôme, mais sans chercher à connaître l'expression des coefficients. Il se borne à remarquer que, pour former ceux du développement d'une nouvelle puissance, il suffit d'additionner, dans le développement de la puissance précédente, le premier et le second coefficient, le second et le troisième, etc., ce qui ressort évidemment de la règle pour faire la multiplication.

Il conçoit la décomposition du premier membre d'une équation entière dans les facteurs formés des différences entre l'inconnue et les différentes racines, et entrevoit les relations entre les coefficients et les racines. Harriot précise davantage ce point.

Viète enseigne à effectuer sur les racines des équations entières les transformations les plus simples : ajouter ou retrancher un même nombre à toutes les racines, multiplier ou diviser toutes

les racines par un même nombre. Harriot constitue la théorie des racines commensurables et enseigne à simplifier les équations qui en ont.

Viète enseigne à résoudre les problèmes déterminés de Géométrie par l'Algèbre et à construire les inconnues au moyen des formules qui les représentent; il réduit au degré de simplicité qu'elle comporte la résolution de l'équation du troisième degré; et explique la présence des racines étrangères positives, dans les équations qui donnent les lignes trigonométriques du sous-multiple d'un arc.

Stevin introduit la notation des exposants.



Progrès de la Géométrie.

Les deux trigonométries prennent leur forme définitive entre les mains de Viète. Néper y introduit ensuite les analogies ou proportions qui portent son nom.

Stevin fonde les bases de la perspective.



Progrès de l'Astronomie.

Tycho-Brahé corrige la durée de l'année tropique, qu'il fait de $365^j 5^h 49'$; détermine plus exactement la valeur de la précession annuelle des équinoxes et rectifie l'obliquité de l'écliptique, qu'il fait de $23° 31' 30''$; il découvre une nouvelle inégalité de la lune, additive dans le premier et le quatrième octant, soustractive dans les deux autres; il reconnaît l'accroissement que subit,

des syzygies aux quadratures, l'inclinaison du plan de l'orbite lunaire sur le plan de l'écliptique et l'inégalité du mouvement de la ligne des nœuds de notre satellite ; enfin il construit la première bonne table des réfractions astronomiques.

Galilée découvre les satellites de Jupiter, l'anneau de Saturne et les taches du Soleil ; il constate que la Lune nous présente toujours la même face et enseigne à mesurer la hauteur de ses montagnes ; il observe les phases de Vénus et de Mars et établit ainsi que les planètes empruntent leur éclat au Soleil.

Progrès de la Mécanique.

Stevin découvre la condition d'équilibre d'un corps placé sur un plan incliné et celle de l'équilibre d'un corps pesant soumis à l'action de deux forces obliques dirigées vers son centre de gravité et tendant à le faire monter. Galilée constate l'isochronisme des petites oscillations d'un pendule, découvre les lois de la chute des corps et pose son fameux principe de la composition des mouvements.



Progrès de la Physique.

Mœstlin donne l'explication de la lumière cendrée de la nouvelle Lune. Gilbert assimile la Terre à un gros aimant. Galilée imagine la balance hydrostatique et une sorte de thermoscope. De Dominis fait faire un nouveau pas à la théorie de l'arc-en-ciel. Jacques Métius découvre le télescope appelé batavique ; Galilée perfectionne cet instrument au point d'obtenir un grossissement de trente fois en longueur. Il invente le microscope.



BIOGRAPHIE

DES

SAVANTS DE LA SIXIÈME PERIODE

ET

ANALYSE DE LEURS TRAVAUX.

VIÈTE (FRANÇOIS).

(Né à Fontenay-le-Comte en 1540, mort en 1603.)

Il était naturellement doué d'une pénétration et d'une sagacité fort rares, et l'application avec laquelle il se livra à l'étude des Mathématiques était si grande qu'il passait, dit de Thou, quelquefois trois jours de suite dans son cabinet, ne prenant de nourriture et de sommeil que ce qui lui était absolument nécessaire pour se soutenir, sans quitter, pour cela, ni son bureau, ni son fauteuil. Aussi obtint-il des succès assez grands pour se faire admirer de ses contemporains et pour se faire beaucoup d'envieux.

Adrien Romain avait proposé à tous les géomètres de l'Europe la résolution d'une équation numérique du 45e degré, dont il ne donnait pas l'origine. Viète reconnut de suite que la question, faite à plaisir, était celle de la division d'un angle en 45 parties égales; il envoya la solution et proposa à Adrien Romain un autre problème que celui-ci ne put résoudre. Romain partit aussitôt de Wurtzbourg, en Franconie, pour faire la connaissance

d'un si grand maître et l'alla trouver à sa résidence. Ils passèrent un mois ensemble et ne se séparèrent qu'à la frontière, où Viète voulut accompagner son nouvel ami.

J. Scaliger pensait avoir trouvé la quadrature du cercle; Viète releva les erreurs et les paralogismes de cette prétendue découverte et amena son adversaire à composition.

Les Espagnols, pour établir entre les membres épars de leur vaste monarchie une communication qui ne pût être interceptée, avaient imaginé des caractères de convention, qu'ils changeaient de temps en temps, afin de déconcerter ceux qui seraient tentés de suivre les traces de leur correspondance. Ce chiffre, composé de plus de cinquante figures, leur fut d'une grande utilité pendant nos guerres civiles. Viète, ayant été chargé par Henri IV d'en découvrir la clef, y parvint facilement et trouva même le moyen de le suivre dans toutes ses variations.

La France profita pendant deux ans de cette découverte. La cour d'Espagne déconcertée accusa la France d'avoir le diable et des sorciers à ses gages; elle s'en plaignit à Rome. Viète y fut traduit comme nécromant et magicien, ce qui fit beaucoup rire.

Dans ses dernières années, il s'occupa du Calendrier grégorien et, croyant y voir plusieurs fautes, il en dressa un nouveau, le mit au jour en 1600 et le présenta au cardinal Aldobrandini, qui était alors en France. Il en résulta une querelle avec Clavius, dont Grégoire XIII avait pris les avis. Viète, au fond, avait tort.

Viète était simple, modeste, sobre, désintéressé; il fut l'ami du président de Thou et participa aux affaires publiques comme maître des requêtes. Son ouvrage d'analyse est dédié à une femme illustre, Catherine de Parthenay, princesse de Rohan, sa bien-

faitrice et son amie, qui d'ailleurs goûtait elle-même toutes les Sciences.

« Je vous dois, lui écrivait-il, la vie et la liberté, et ce que j'ai de plus cher que la vie, je vous le dois encore : le fruit de mes veilles vous appartient. Vos conseils m'ont porté vers cet art sublime dont tous les secrets vous sont connus. »

Ses ouvrages étaient devenus très rares, parce qu'il ne les livrait au public que par la distribution qu'il en faisait à ses amis et aux personnes qui entendaient les matières qu'il y traitait. François Schooten, professeur de Mathématiques à Leyde, aidé de J. Golius, d'Anderson et du Père Mersenne, recueillit les principaux en un volume in-folio (Leyde, 1646).

Viète fit en Géométrie une révolution extraordinaire par son importance et par l'étrangeté de la forme sous laquelle les idées se présentèrent à lui. Sa méthode est très peu connue, Montucla et Bossut s'étant plutôt attachés à faire ressortir l'éclat de ses brillantes découvertes qu'à rechercher dans ses ouvrages la trace du progrès des idées. Au reste, son latin, moitié barbare, moitié grec, est fort difficile à entendre, ce qui fait que la plupart des personnes qui ont tenté de lire ses ouvrages s'y sont rebutées.

On lit dans une foule d'ouvrages que Viète, le premier, appliqua l'Algèbre à la Géométrie. Cette expression, pour des lecteurs modernes, n'a pas de sens ou présente une idée fausse. Si l'Algèbre est la théorie abstraite des lois ou relations de dépendance, si elle a pour objet l'étude des transformations que peut subir l'expression d'une loi constatée, si elle n'est que la logique universelle, personne, le premier, n'appliqua l'Algèbre à aucune science, à moins qu'il n'en ait saisi, le premier, la première loi. Ren-

verser les rapports dans une proportion est déjà une opération d'Algèbre. Les mots « application de l'Algèbre à la Géométrie » avaient alors un sens qu'ils n'ont plus; ils signifiaient : usage détourné des principes de l'Algèbre, alors purement arithmétique, dans l'expression des relations entre grandeurs.

Il n'est pas douteux que Viète, très versé dans les études algébriques (arithmétiques), ne se soit posé bien nettement la question d'arriver à faire servir au progrès de chacune des deux Sciences les progrès de l'autre, à appliquer en un mot l'Algèbre à la Géométrie dans le sens que cette locution devait avoir pour lui.

Il pouvait y parvenir par deux voies bien tracées : la première, qui eût consisté à supprimer Diophante et ses élèves et à refaire l'Algèbre des géomètres grecs, l'Algèbre des grandeurs concrètes; la seconde, qui eût été de supposer les grandeurs géométriques rapportées à une unité, comme nous le faisons aujourd'hui, de manière à substituer des questions de nombres à des questions de choses; il n'aperçut ni l'une ni l'autre.

Nous avons dit quelle solution il proposa de cette grande question. Nous le montrerons par l'analyse de son principal ouvrage.

L'Algèbre proprement dite doit à Viète l'invention des différentes transformations simples qu'on peut faire subir aux équations, telles que : ajouter ou retrancher une même quantité aux racines d'une équation, multiplier ou diviser ces racines par un même nombre. C'est lui qui découvrit la décomposition du premier membre de l'équation en facteurs du 1er degré et la composition des coefficients en fonction des racines. Il connaissait la loi de formation du binôme; il s'en sert, mais la donne sans démonstration.

Quant à la Géométrie, Viète, après avoir su trouver par le calcul les expressions des inconnues, enseigna la manière de les construire; il montra que les équations du 3e degré se ramènent à la duplication du cube ou à la trisection de l'angle. Enfin, il établit les formules des cordes de tous les arcs multiples d'un autre, expliqua la multiplicité des racines des équations auxquelles conduit le problème de la division des arcs et donna aux deux Trigonométries leur forme définitive.

« Viète, dit Delambre, n'était pas astronome, mais il était le plus grand géomètre de son temps; il a complété, enfin, le système trigonométrique des Arabes; il est le premier auteur des formules analytiques qui servent à la résolution de tous les triangles; il a mis dans un ordre plus satisfaisant les méthodes que les astronomes ont suivies longtemps de préférence; il a donné des règles qui facilitent la construction des tables de sinus, de tangentes et de sécantes. Une place distinguée lui est donc due dans l'histoire de l'Astronomie. »

Il nous reste à présenter l'analyse des principaux de ses ouvrages, qui sont, dans l'ordre où les a placés Schooten :

In artem Analyticen Isazoge;

Ad Logisticen speciosam notæ priores;

Zeteticorum libri quinque;

De Recognitione æquationum;

De Emendatione æquationum;

De numerosa potestatum purarum Resolutione;

Effectionum geometricarum canonica Recensio;

Supplementum Geometriæ;

Pseudo Mesolabum et alia quædam adjuncta Capitula:

Ad angulares sectiones theoremata καθολικωτεπά;

Ad Problema, quod omnibus Mathematicis totius Orbis construendum proposuit Adrianus Romanus, Responsum;

Apollonius Gallus, seu Exsuscitata Apollonii Pergæi περὶ Ἐπάφων *Geometria, ad Adrianum Romanum;*

Variorum de Rebus mathematicis Responsorum;

Munimen adversus nova Cyclometrica;

Relatio Kalendarii vere Gregoriani ad Ecclesiasticos Doctores;

Canones in Kalendarium Gregorianum perpetuum;

Adversus Christophorum Clavium explicatio.

Cet ordre est très convenable.

L'*Isazoge in artem Analyticen* et les *Quinque libri Zeteticorum* ont été traduits en français, en 1630, par Vasset, qui dit avec raison *qu'il faudrait un second Viète pour traduire le premier*, et le prouve assez bien pour nous autoriser à nous abriter derrière cet aphorisme, en cas d'erreur.

Vasset conserve l'expression de Viète *appliquer à;* mais il remplace *ducere in* par *muliplier par*. Viète n'aurait dit ni *ducere 3 in 5*, ni *adplicare 15 ad 3;* mais il n'aurait, non plus, dit ni *multiplier* A *quarré par* B, ni *diviser* A *cube par* C. Il se sert des mots multiplication et division, en logistique *numerosa*, et des mots *ducere in* et *adplicare ad*, en logistique *speciosa*. Mais peut-être Vasset a-t-il simplement reculé devant le néologisme *duire*, que j'emploie faute de mieux.

Vasset avait pris pour sa traduction le titre, heureusement choisi, d'*Algèbre nouvelle*.



In Artem Analyticen Isagoge. ou *Introduction à l'Art de l'Analyse.*

CHAPITRE I. — *Définition et divisions de l'Analyse, et procédés employés par la Zététique.*

« Il y a, en Mathématiques, pour arriver à la vérité, une voie que l'on dit avoir été inventée par Platon, que Théon nomma *Analyse*, et qu'il définit l'assomption, par conséquences successive, de ce que l'on cherche, considéré comme donné, vers ce qui est vraiment donné, tandis que la synthèse est l'assomption, par conséquences, de ce qui est donné vers ce que l'on cherche. Les Anciens distinguaient dans l'Analyse deux parties : la *Zététique* et la *Poristique;* mais j'en vois une troisième, que j'appellerai *Rhétique* ou *Exégétique.* Il faut donc admettre que la Zététique s'emploie à la découverte des relations, proportions ou équations existant entre les données et les inconnues; la Poristique, à la recherche des théorèmes compris dans les formules de ces relations, autrement arrangées; et l'Exégétique, à l'exhibition, séparation ou extraction des inconnues, par une nouvelle ordonnance de ces relations. Et l'Analyse entière, remplissant ces trois offices, sera définie la *Doctrine pour bien inventer en Mathématiques.*

« Les moyens employés par la Zététique dérivent de la logique et ont pour bases les mêmes méthodes par lesquelles sont résolues les équations, méthodes fondées sur les axiomes ou sur les théorèmes d'Analyse précédemment établis.

« Quant à la manière de s'initier à la Zétèse, elle ne consistera plus à exercer ses facultés sur les nombres, ce qui fit la faiblesse des anciens Analystes; mais en comparant entre elles les grandeurs, par le moyen d'une logistique nouvelle, bien plus heureuse

et plus puissante que celle qui considère les nombres : en proposant d'abord la loi des homogènes et établissant l'échelle solennelle des grandeurs, dont les degrés servent à désigner et à distinguer ces grandeurs, lorsqu'elles sont comparées entre elles. »

Chapitre II. — *Des axiomes relatifs aux égalités et proportions.*

« L'Analyse reçoit comme démontrés les axiomes les plus connus dans les Éléments (d'Algèbre et de Géométrie). »

Viète les énonce en partie sous leur forme arithmétique, mais il les transporte par la pensée à la Géométrie. Il dit, par exemple : « Si des quantités proportionnelles sont multipliées par des quantités proportionnelles, les produits (*facta*) sont proportionnels. » Mais il ajoute : « Ce principe a été admis communément par les anciens Géomètres, comme on peut le voir dans différents passages d'Apollonius, de Pappus, etc. (*communiter hoc ab antiquis Geometris receptum est, ut passim apud Apollonium, Pappum et reliquos Geometros videre est*). Si des quantités proportionnelles sont divisées par des quantités proportionnelles, les quotients (*orta*) sont proportionnels. On trouve aussi des vestiges de cette manière d'argumenter dans Apollonius et les autres anciens Géomètres (*Hujus quoque argumentandi modi vestigia apud Apollonium, et alios veteres Geometros, sparsim apparent*). »

Les derniers axiomes sont énoncés dans la forme géométrique : « Ce qui est fait sous les segments séparés est égal à ce qui est fait sous les touts (le principe s'appliquera soit aux rectangles, dont la base et la hauteur seraient composées, soit aux parallélépipèdes, soit aux sur-solides) ; ce qui est fait continuement sous des gran-

deurs (*facta continuè sub magnitudinibus*) ou ce qui en est tiré continuement (*vel ex iis continuè orta*) reste le même dans quelque ordre que soient faites les *ductions* ou les *applications;* si trois ou quatre grandeurs sont proportionnelles, ce qui est fait sous les extrêmes est égal à ce qui est fait sous les moyens, et réciproquement. »

Chapitre III. — *De la loi des homogènes et des degrés et genres des grandeurs comparées.*

« La première et perpétuelle loi des égalités et proportions, qui, de ce qu'elle dérive de la conception des homogènes (*quoniam de homogeneis concepta est*), est dite la loi des homogènes, consiste en ce que les grandeurs qui peuvent être comparées entre elles sont homogènes; car celles qui sont hétérogènes, comment pourraient-elles s'ajouter? Cela ne peut se comprendre, ainsi que le disait Adrastus.

« Par conséquent, si deux grandeurs sont ajoutées ou retranchées, elles sont homogènes; si une grandeur est duite sur une autre, celle qui provient de la duction est hétérogène à l'une et à l'autre; si une grandeur est appliquée à une autre grandeur, ces deux grandeurs sont hétérogènes.

« C'est l'ignorance de ces principes qui causa la faiblesse et la cécité des anciens Analystes.

« Les grandeurs qui, de genre en genre, montent ou descendent, sont appelées échelons (*scalares*); ce sont : le côté, le quarré, le cube, le quarré-quarré, le quarré-cube, le cube-cube, le quarré-quarré-cube, le quarré-cube-cube, le cube-cube-cube, etc.

« Les genres des grandeurs sont : la longueur, le plan, le solide, le plan-plan, le plan-solide, le solide-solide, le plan-plan-solide, le plan-solide-solide, le solide-solide-solide, etc.

« Dans une série d'échelons, le plus élevé est appelé puissance; les autres sont les degrés à la puissance.

« Les puissances peuvent être ajoutées ou retranchées avec les grandeurs de mêmes genres; exemple : un quarré-quarré avec un plan-plan, lequel peut être un quarré-plan. »

Je ferai remarquer, à propos de ces dénominations, la tendance presque constante des inventeurs à employer, pour exprimer leurs idées, les termes dont s'étaient servis leurs prédécesseurs dans d'autres sens analogues, dans le but, sans doute, de se défendre du reproche d'innover et par là de dérouter la malignité du *genus irritabile vatum.*

Théon avait imaginé les quadrato-quadrata, les quadrato-cubi, etc.; il avait, pour cela, ses raisons : il voulait se donner des airs de géomètre. Diophante les a conservés, ce qui était une maladresse, car, ayant à son service le mot δύναμις, il devait appeler le nombre, δύναμις-α; le carré, δύναμις-β; le cube, δύναμις-γ; le quadrato-quadratum, δύναμις-δ, etc., ce qui eût beaucoup facilité l'expression de la loi des puissances. Enfin, Viète, chez qui, à la vérité, les mêmes dénominations ont leur raison d'être dans *ut geometria suppleatur geometriæ defectus,* ne songe, je crois, qu'à faire passer ses nouveautés sous l'étiquette diophantine.

Mais il a si bien endormi la vigilance des tardigrades de son temps, que le principe de son Algèbre est resté inaperçu, ce qui, sans doute, n'était pas le but qu'il s'était proposé. Il est vrai que, sous ce couvert, il a pu poursuivre en paix sa carrière, ce qui est bien quelque chose. Il se fit, en effet, de son temps, si peu de bruit autour de ses œuvres, que Descartes dit quelque part qu'il n'a jamais vu même la couverture de son livre.

« Chapitre IV. — *Des règles et préceptes de la logistique*

spécieuse. — Ces règles sont au nombre de quatre, comme pour la logistique nombreuse.

« 1re Règle. — *Ajouter une grandeur à une grandeur.* — Ces grandeurs doivent être homogènes, on les désignera par la dénomination qui leur convient :

A plus B, si ce sont de simples longueurs ;

A quarré plus B plan ;

A cube plus B solide, etc.

« Or, les algébristes ont coutume de marquer l'affection de l'addition par le signe +.

« 2e Règle. — *Soustraire une grandeur d'une grandeur.* — Mêmes observations ; le signe de la soustraction est —.

« Mais si de A il fallait soustraire B moins D, le reste serait A — B + D.

« 3e Règle. — *Duire une grandeur sur une autre.* — Soient deux grandeurs A et B, il faut duire A sur B. Elles produiront une grandeur qui leur sera hétérogène et qui sera commodément signifiée par les mots *par* ou *sous*, comme A par B, ou sous A et B.

« Au reste, les dénominations des grandeurs faites de celles qui sont rangées dans l'échelle proportionnelle, de genre en genre, se forment de la manière suivante :

Le côté duit sur lui-même fait le quarré ;

Le côté sur le quarré fait le cube ;

Le côté sur le cube fait le quarré-quarré, etc.

Et, pour les homogènes :

La longueur sur la largeur fait le plan ;

La longueur sur le plan fait le solide, etc.

Le plan sur le plan fait le plan-plan, etc.

« Si les grandeurs qu'il faut duire l'une sur l'autre sont composées, comme s'il fallait duire D — G sur A — B, ce qui en proviendra sera

A par D — B par D — A par G + B par G.

« Dans cette opération, ce qui provient de deux grandeurs affirmées est affirmé, comme ce qui provient de deux grandeurs niées. Mais si l'une des grandeurs est affirmée et l'autre niée, ce qui en provient est nié. »

Viète a peut-être tort de faire cette remarque, qui n'a pas d'utilité, mais elle est correcte, parce qu'il ne s'agit que des signes des parties d'un produit, comparés aux signes des termes dont ils proviennent.

« 4e Règle. — *Appliquer une grandeur à une autre grandeur.* — Soient deux grandeurs A et B, il faut appliquer A à B.

Ces grandeurs sont hétérogènes, et la plus haute (dans l'échelle des homogènes) est celle qu'il faut appliquer.

« On tirera une petite ligne entre A, la plus haute, et B, la plus basse, qui est celle à laquelle se fait l'application. Si A est un plan et B une ligne,

$$\frac{\text{A plan}}{\text{B}}$$

marque la largeur qui revient de l'application de A plan à la longueur B.

« Si A est cube et B plan,

$$\frac{\text{A cube}}{\text{B plan}}$$

sera la largeur qui vient de l'application de A cube à B plan.

« Le quarré appliqué au côté produit le côté;

« Le cube appliqué au côté produit le quarré, etc.;

$$\frac{\text{B par A}}{\text{B}} \text{ c'est A;}$$

et

$$\frac{\text{B par A plan}}{\text{B}} \text{ c'est A plan;}$$

s'il faut ajouter Z à $\frac{\text{A plan}}{\text{B}}$ la somme sera

$$\frac{\text{A plan} + \text{Z par B}}{\text{B}}, \text{ etc.;}$$

« Chapitre V. — *Des règles de la Zététique.* — La façon de pratiquer la Zététique consiste presque entièrement dans les règles suivantes :

« *L'égalité n'est pas changée par l'antithèse.* — C'est-à-dire on peut ajouter une même grandeur aux deux membres.

« *L'égalité n'est pas changée par l'hypobibasme.* — C'est-à-dire on peut enlever une grandeur qui est duite dans tous les termes.

« *L'égalité n'est pas changée par le parabolisme.* — Si la grandeur n'est pas duite dans tous les termes, on l'enlève dans les termes où elle est duite et on y applique les autres termes. »

Ad Logisticen speciosam Notæ Priores, ou *Remarques qui seront employées en Logistique spécieuse.*

« La Logistique spécieuse se sert des quatre préceptes qui ont été exposés dans l'introduction. Mais il importe de développer et de noter les résultats dont on se sert le plus fréquemment afin de ne pas retarder l'exposition de la Science.

« *Proposition I.* — Étant données trois grandeurs A, B, C, former la quatrième proportionnelle : on duira la seconde sur la troisième et on appliquera le résultat à la première.

« *Proposition II.* — Étant données deux grandeurs, former une troisième proportionnelle, une quatrième, une cinquième, etc., à l'infini.

Soient A et B les deux grandeurs données, les inconnues sont fournies par la suite

$$\mathrm{A},\ \mathrm{B},\ \frac{\mathrm{B}\ \textit{quadratum}}{\mathrm{A}},\ \frac{\mathrm{B}\ \textit{cubus}}{\mathrm{A}\ \textit{quadrato}},\ \frac{\mathrm{B}\ \textit{quad. quadr.}}{\mathrm{A}\ \textit{cubo}},\ \text{etc.}$$

« *Proposition III.* — Étant donnés deux quarrés, former la moyenne proportionnelle. Soient A *quadratum* et B *quadratum* les deux quarrés, le moyen proportionnel est ce qui provient de A duit sur B. »

La démonstration est à noter : Viète remarque que, d'après la proposition II, $\frac{\mathrm{B}\ \textit{quadr.}}{\mathrm{A}}$ est la troisième proportionnelle à A et B. En conséquence, il duit A sur les quatre termes de la proportion, ce qui donne

A *quad.* est à B *in* A comme B *in* A est à B *quadr.*

« *Proposition IV.* — Étant donnés deux cubes, former les deux moyennes proportionnelles. »

La démonstration est la même :

$$\mathrm{A},\ \mathrm{B},\ \frac{\mathrm{B}\ \textit{quadr.}}{\mathrm{A}}\quad \text{et}\quad \frac{\mathrm{B}\ \textit{cubus}}{\mathrm{A}\ \textit{quadrato}},$$

sont continuement proportionnels, et, si on leur duit A *qua-*

dratum, les résultats, c'est-à-dire

A *cubus,* B *in* A *quad.*, B *quadr. in* A et B *cubus,*

seront encore continuement proportionnels.

La même méthode se prolonge indéfiniment. C'est pourquoi Viète dit : De là vient qu'on peut proposer généralement de former entre deux puissances quelconques, également élevées, autant de moyennes proportionnelles qu'il y a de degrés dans ces puissances (*inter duas quascumque potestates æque altas, exhibere tot media continue proportionalia*, *quot sunt gradus parodici ad potestatem*).

Proposition V. — C'est à cette proposition que tendaient les précédentes. Il s'agit maintenant d'insérer tant de moyennes proportionnelles qu'on voudra entre deux longueurs (*latera*). Pour cela, Viète prend, parmi les séries précédentes de grandeurs continuement proportionnelles, celle qui convient à la question, d'après le nombre de moyennes proportionnelles à insérer, et il forme les côtés des grandeurs qui entrent dans cette série, considérées comme des puissances exactes. Par exemple, pour insérer quatre longueurs continuement proportionnelles entre A et B, il prend la série des moyennes proportionnelles entre A *quadrato-cubus* et B *quadrato-cubus ;* cette série, en y comprenant les deux extrêmes, est :

A *quadr. cub.*, A *quad. quad. in* B, A *cubus in* B *quad.*,
A *quad. in* B *cubus*, A *in* B *quad. quad.*, B *quad. cub.*

En prenant les côtés de ces six grandeurs, considérées comme des *quadrato-cubi* exacts, on aura une nouvelle série, dont les extrêmes seront A et B et dont les quatre intermédiaires seront les quatre moyennes proportionnelles cherchées.

Les propositions qui suivent immédiatement ont peu d'importance, mais elles sont suivies du théorème sur le développement d'une puissance d'un binôme. Voici par exemple la formule de la sixième puissance de $\overline{A+B}$ (*geneseos cubo cubi*) :

$\overline{A+B}$ *cubus cubus* est égal à

A *cubo-cubus* + A *quadrato-cubus in* B. 6 + A *quad.-quad. in* B *quad.* 15 + A *cubus in* B *cubum.* 20 + A *quadratum in* B *quad.-quad.* 15 + A *in* B *quad.-cub.* 6 + B *cubus-cubus.*

Viète trouve ces développements par ductions successives. Il ajoute que si le binôme était une différence au lieu d'une somme, il faudrait changer les signes des termes de rangs pairs dans le développement.

Viennent ensuite les théorèmes élémentaires relatifs à la somme ou à la différence des quarrés, ou des cubes, de la somme et de la différence de deux grandeurs. Mais, aussitôt après, Viète établit la formule, qui équivaut à la nôtre, relative au quotient de $a^m - b^m$ par $a - b$.

Exemples : 1° Duire A — B sur A *quad.* + A *in* B + B *quad.* ; 2° appliquer A *quad.* — B *quad.* à A — B. Mais il ne s'arrête pas aux secondes puissances.

Viète considère ensuite des expressions composées du binôme A + B et d'autres termes. Il se propose, par exemple, de duire A + B — D sur $\overline{A+B}$ cube. Ces opérations n'ont pas d'importance théorique. Elles seront utilisées dans la résolution des équations.

Les *Notæ priores* se terminent par des problèmes relatifs aux triangles rectangles.



Les cinq livres des Zètètiques.

Les Zététiques sont des problèmes formés presque tous sur le modèle de ceux de Diophante, mais relatifs à des grandeurs au lieu de nombres.

En voici quelques-uns :

LIVRE I.

Zététique I. Étant données la somme et la différence de deux côtés, trouver ces côtés.

Zététiques II et III. Étant données la différence ou la somme de deux côtés et leur raison, trouver ces côtés.

LIVRE II.

Zététique I. Étant données l'aire d'un rectangle et la raison des côtés, trouver ces côtés. Mais l'aire donnée n'est pas un nombre ; c'est une surface donnée, B plan. Viète exprime les quarrés construits sur les côtés cherchés. Ce sont :

$$\frac{\text{B plan R}}{\text{S}} \quad \text{et} \quad \frac{\text{B plan S}}{\text{R}},$$

la raison donnée étant celle de R à S ; il resterait à prendre les côtés de ces surfaces mises sous la forme de quarrés.

Zététique II. Étant données l'aire d'un rectangle et la somme des quarrés construits sur les côtés, trouver ces côtés. Viète remarque, ce que n'avait pas fait Diophante, qu'en ajoutant et retranchant successivement à la somme des quarrés donnés le double de l'aire donnée, B plan, on aura les quarrés faits sur la somme et la différence des côtés, d'où cette somme et cette différence, et, par suite, les côtés.

Zététiques III et IV. Étant données l'aire d'un rectangle et la différence ou la somme des côtés, trouver ces côtés. Viète a le bon esprit de faire intervenir le quarré construit sur la différence ou sur la somme donnée des côtés.

Zététiques V et VI. Étant données la somme des quarrés des côtés et la différence ou la somme des côtés, trouver ces côtés. Viète cherche l'aire du rectangle des côtés inconnus, en faisant intervenir le quarré construit sur la différence ou la somme des côtés. Voilà au moins de la bonne Algèbre ; Archimède n'eût pas fait mieux, parce que c'est impossible.

Zététiques VII et VIII. Étant données la différence des quarrés des côtés et la somme ou la différence de ces côtés, trouver les côtés. Viète applique la différence donnée des quarrés à la somme donnée ou à la différence donnée des côtés, et ce qui provient est la différence ou la somme des côtés.

Ni Diophante, ni Mohammed-ben-Musa, ni Léonard de Pise, ni Lucas de Burgo, ni Cardan n'avaient trouvé cela.

Zététiques XV et XVI. Étant données l'aire d'un rectangle et la somme ou la différence des cubes des côtés, trouver ces côtés. Viète cherche le quarré de la différence ou de la somme des cubes.

Zététiques XVII, XVIII, XIX et XX. Étant données la somme ou la différence des côtés, avec la somme ou la différence des cubes, trouver les côtés. Même emploi de combinaisons ingénieuses.

LIVRE III.

Viète se propose différents problèmes relatifs à des triangles rectangles et d'autres relatifs à des séries de grandeurs continue-

ment proportionnelles. Il lui importait de montrer que sa méthode fournissait de meilleures solutions de ces problèmes que celle de Diophante; mais la théorie n'y est plus intéressée, au moins à notre point de vue, car Viète, comme nous le verrons plus loin, dispose ses zététiques, relatifs à quatre grandeurs continuement proportionnelles, de façon à obtenir les solutions des différents cas de l'équation cubique.

Je remarquerai sur ce Livre III que, dans les applications aux données numériques, choisies par Diophante, par lesquelles Viète termine tous ses zététiques, il emploie les signes radicaux et ne s'en sert pas dans la théorie, où les données sont des grandeurs. Il ne pourrait, en effet, pas prendre la racine carrée d'un *plan* ou la racine cubique d'un *solide;* il prend les côtés du plan, supposé mis sous la figure d'un carré, ou du solide mis sous celle d'un cube.

LIVRES IV ET V.

Les questions y sont relatives à des nombres, ou ont pour objet de trouver en nombres les côtés de certaines figures.



De Æquationum Recognitione et Emendatione tractatus duo ou *Traités de la Composition et de la Préparation des Équations.*

Ces *deux Traités* n'avaient pas été publiés par Viète. Les manuscrits en furent confiés par les éditeurs à Alexandre Anderson, pour les mettre en ordre, les revoir et les compléter. Un avertissement d'Anderson nous apprend qu'il eut beaucoup à faire pour les mettre en état d'être publiés, des passages man-

quant entièrement, d'autres étant simplement indiqués et le papier partout sali et déchiré.

Nous ne pouvons donc pas être assurés d'avoir complètement la pensée de Viète. Mais, heureusement, les *deux Traités* dont il s'agit ne contiennent que des découvertes, et les faits, bien ou mal présentés, subsistent, ainsi que les traces de la manière originale dont ils ont été aperçus.

Une phrase de cet avertissement semble indiquer que la mort de Viète n'aurait pas été naturelle : Anderson, voulant expliquer l'état d'imperfection des manuscrits qui lui avaient été confiés, l'attribue *præcipiti et immaturo autoris fato ;* mais il ajoute, entre parenthèses, *nobis certe iniquissimo*, ce qui constitue une insinuation grave. Je n'ai trouvé nulle part d'indication à ce sujet.

Le traité *De Recognitione Æquationum* se compose de vingt chapitres, dont plusieurs ne sont que des introductions, souvent peu claires, aux suivants, et dont quelques autres se rapportent à des vues qui n'ont pu être poursuivies d'une façon utile. Nous nous en tiendrons à ce qui est plus particulièrement remarquable, tout en regrettant d'être obligé de nous borner.

Après avoir indiqué, dans les deux premiers chapitres, les questions qu'il traitera et les moyens qu'il emploiera pour les résoudre, Viète s'occupe, dans le troisième et le quatrième, de former les énoncés les plus généraux des problèmes de Géométrie pouvant conduire aux équations quadratiques et cubiques; celles-ci manquant d'abord du terme qui contiendrait le carré de l'inconnue. Il montre qu'il s'agit toujours de problèmes relatifs à trois ou quatre grandeurs continuement proportionnelles.

Il distingue, dans chacun des deux degrés, trois cas, l'équa-

tion pouvant être Καταφατική, Ἀποφατική ou Ἀμφίβολος, car la manie des distinctions n'est pas encore tombée en désuétude.

L'équation καταφατική quadratique est

A *quad.* + B *in* A égale Z *quad.*

Z est la moyenne proportionnelle entre A et A + B. La question est donc, connaissant la moyenne Z de trois grandeurs continuement proportionnelles et la différence B des extrêmes, de trouver la plus petite de ces extrêmes, A.

L'équation quadratique ἀποφατική est

A *quad.* — B *in* A égale Z *quad.*

Z est la moyenne proportionnelle entre A et A — B. La question est donc, connaissant la moyenne Z de trois grandeurs continuement proportionnelles et la différence B des extrêmes, de trouver la plus grande de ces extrêmes, A.

Enfin, l'équation ἀμφίβολος quadratique est

B *in* A — A *quad.* égale Z *quad.*

Z est la moyenne proportionnelle entre B — A et A. La question est donc, connaissant la moyenne Z de trois grandeurs continuement proportionnelles et la somme B des extrêmes, de trouver les extrêmes, car, dit Viète, la somme des extrêmes est B, mais l'inconnue A peut être la plus grande comme la plus petite des extrêmes; c'est pourquoi l'équation est amphibologique.

L'équation καταφατική cubique (privée du carré de l'inconnue) est

A *cub.* + B *quad. in* A égale B *quad. in* Z.

(B étant donné, on peut le mettre en évidence dans le terme

tout connu.) Il est facile de voir que si

$$B,\ A,\ U \text{ et } V$$

sont quatre grandeurs continuement proportionnelles, et qu'on fasse

$$A + V = Z,$$

d'où

$$V = Z - A,$$

il en résulte

$$U = \frac{A^2}{B} \quad \text{et} \quad U^2 = AV = A(Z - A),$$

d'où

$$A^3 + B^2 A = B^2 Z.$$

La question était donc, connaissant la première B de quatre grandeurs continuement proportionnelles et la somme Z de la seconde A et de la quatrième V, de trouver la seconde A.

L'équation ἀποφατική cubique est

A *cub.* — B *quad. in* A égale B *quad. in* Z.

Il est facile de voir que si

$$B,\ A,\ U \text{ et } V$$

sont quatre grandeurs continuement proportionnelles, et qu'on fasse

$$V - A = Z,$$

d'où

$$V = A + Z,$$

il en résultera

$$U = \frac{A^2}{B} \quad \text{et} \quad U^2 = AV = A(A + Z),$$

d'où

$$A^3 - B^2A = B^2Z;$$

en sorte que la question était, connaissant la première B de quatre grandeurs continuement proportionnelles et la différence Z entre la quatrième et la seconde, de trouver cette seconde A.

Enfin, l'équation ἀμφίβολος cubique est

B *quad. in* A — A *cub.* égale B *quad. in* Z.

Si B, A, U et V sont quatre grandeurs continuement proportionnelles et que l'on fasse $A - V = Z$, on trouve, comme précédemment,

$$B^2A - A^3 = B^2Z.$$

La question était donc, connaissant la première B, de quatre grandeurs continuement proportionnelles, et la différence Z entre la seconde et la quatrième, de trouver cette seconde. Viète ne dit pas en cet endroit pourquoi l'équation cubique amphibologique a deux solutions.

Il traite de même, dans le chapitre V, les trois équations cubiques *in quibus affectiones sunt sub quadrato* (dans lesquelles l'inconnue entre par son cube et son quarré) et montre qu'il s'agit encore de problèmes relatifs à quatre grandeurs continuement proportionnelles. Nous ne reproduisons pas ses démonstrations parce que Viète ramènera ailleurs ces équations à celles *in quibus affectiones sunt sub latere* (dans lesquelles l'inconnue entre par son cube et sa première puissance).

Le Chapitre VI est consacré à des transformations des énoncés contenus dans le quatrième.

Le Chapitre VII est intitulé *de generali methodo transmutandarum æquationum* (de la méthode générale de transformation des équations). Il est divisé en deux sections comprenant, la première, les transformations qui altèrent les racines, et, la seconde, celles où les racines restent invariables.

Dans la première, Viète enseigne à augmenter ou à diminuer toutes les racines d'une grandeur donnée et à les modifier en raison donnée.

La seconde ne contient que des indications vagues sur la possibilité d'abaisser les degrés de quelques équations.

Le Chapitre VIII, intitulé, je ne sais pourquoi, *Singularia de Plasmate*, traite principalement de la manière de faire disparaître le second terme d'une équation, en affectant la racine (par addition ou soustraction) de la moitié, ou du tiers, ou du quart, ou du cinquième, etc., du coefficient de la racine, de son quarré, de son cube ou de son quarré-quarré, etc., suivant que l'équation est quadratique, cubique, quadrato-quadratique, ou quadrato-cubique, etc., c'est-à-dire du second, du troisième, du quatrième ou du cinquième degré, etc.

Les Chapitres IX, X, XI, XII, XIII et XIV ne contiennent que des applications de ces *plasmata*.

Le Chapitre XV est remarquable en ce qu'il contient une théorie des équations du second degré, absolument parfaite et dont l'enseignement n'a pas profité. Ce chapitre est intitulé : *Ambiguitates radicum quarum potestates de homogeneis adfectionum in adæquationibus negantur, demonstratæ,* c'est-à-dire : démonstration de l'ambiguïté des racines dont les puissances (les plus hautes) sont retranchées de puissances moins élevées, affectées. On trouvera que ce titre contient l'indication d'une idée à la fois

fausse et incomplète; car Viète attribue la présence de deux solutions positives dans les équations

$$BA - A^2 = Z$$

et

$$BA^2 - A^3 = Z,$$

où A est l'inconnue, à ce que A^2 et A^3 sont retranchés de BA et de BA^2 (Z étant une grandeur affirmée). Cela est bien vrai pour l'équation du second degré, mais nous comptons trois racines pour l'équation du troisième degré et nous en compterions quatre et cinq pour des équations du quatrième et du cinquième degré, auxquelles cependant Viète voudrait que son théorème s'étendît, car il ajoute : *quod ad ulterioris ordinis æquationes posse extendi satis fit manifestum*, c'est-à-dire : il est assez manifeste que cela peut s'étendre aux équations de degrés supérieurs.

Il est vrai que Viète ne considère que les racines positives, c'est-à-dire les solutions proprement dites.

Quoi qu'il en soit, voici l'explication qu'il donne pour l'équation du second degré : supposons qu'on veuille que la différence entre B et A (A est l'inconnue) soit S et que B soit plus grand que S (B et S sont des données), il pourra se faire que B soit plus grand que A ou moindre; dans le premier cas on aura

B — A égale S,

et dans le second,

A — B égale S;

mais si on élève ces deux équations au carré, il viendra dans les deux cas

B *quad.* — 2 B *in* A + A *quad.* égale S *quad.*,

et, comme B est plus grand que S,

2 B *in* A — A *quad.* égale B *quad.* — S *quad.*, égale Z,

Z étant affirmé, et cette équation a deux solutions qui sont

A égale B — S,

et

A égale B + S.

On voit que Viète fait porter l'ambiguïté sur ce que

$$B^2 - 2BA + A^2$$

n'est pas plus le carré de B — A que celui de A — B.

C'est cette remarque dont je dis que l'enseignement n'a pas su profiter : si l'on veut, par exemple, résoudre devant des enfants l'équation

$$x^2 - 12x + 32 = 0,$$

après l'avoir mise sous la forme

$$x^2 - 12x + 36 = 4,$$

on recourt à cette idée que 4 a deux racines carrées, l'une égale à $+2$, et l'autre égale à -2 ; tirant donc les racines des deux membres, on écrit :

$$x - 6 = \pm 2.$$

Mais l'ambiguïté n'était pas dans le second membre de l'équation : c'est $x^2 - 12x + 36$ qui a deux racines, étant aussi bien le carré de $6 - x$ que celui de $x - 6$. Il fallait donc écrire $x - 6$ égale 2, à moins que ce ne soit $6 - x$, ce qui revient à $x - 6 = \pm 2$.

Voici le raisonnement que fait Viète pour l'équation du troisième degré : l'équation quadratique

$$BA - A^2 = BD$$

a deux solutions; j'en tire, en retranchant DA des deux membres,

$$(B - D)\,A - A^2 = BD - DA = (B - A)\,D;$$

mais, d'après la première,

$$B - A = \frac{BD}{A};$$

donc, la seconde peut s'écrire

$$(B - D)\,A - A^2 = \frac{BD}{A}\,D$$

ou

$$(B - D)\,A^2 - A^3 = BD^2,$$

et cette équation cubique admet les deux solutions de l'équation quadratique.

Le Chapitre XVI est intitulé *De syncrisi. Syncrisis,* dit Viète, *est duarum æquationum correlatarum mutua inter se ad deprehendendam earum constitutionem collatio*, c'est-à-dire : la *syncrisis* est la comparaison de deux équations corrélatives, en vue d'obtenir leur constitution. En réalité, il s'agit surtout de savoir comment les coefficients se forment au moyen des racines.

Soit d'abord l'équation quadratique amphibologique

B *in* A — A *quad.* égale Z *plan.*;

comparons-lui l'équation

B *in* E — E *quad.* égale Z *plan.*,

E étant, comme on voit, la seconde solution.

Puisque Z *plan.* est égal à la fois à B *in* A — A *quad.* et à B *in* E — E *quad.*, il en résulte que

B *in* A — A *quad.* égale B *in* E — E *quad.*,

ou

B *in* (A — E) égale A *quad.* — E *quad.*;

appliquons les deux membres à A — E, nous aurons

B égale A + E,

donc déjà B est la somme des *radices*.

Remplaçons B par A + E dans la première, il viendra

$\overline{A + E}$ *in* A — A *quad.* égale Z *plan.*,

ou

A *in* E égale Z *plan.*

Donc la résolution de l'équation du second degré consistait à trouver deux grandeurs homogènes dont la somme fût B et dont la duction mutuelle produisît Z *plan.*

Prenons maintenant l'équation cubique amphibologique

B *planum in* A — A *cub.* égale Z *solido*,

et comparons-la à

B *planum in* E — E *cub.* égale Z *solido* ;

en retranchant, et appliquant les deux membres à A — E, il vient

B *plan.* égale $A^2 + AE + E^2$,

et, en remplaçant dans la proposée B *plan.* par sa valeur,

Z *solidum* égale AE (A + E).

Viète ne fait pas ici intervenir la troisième racine parce qu'elle est négative ; son énoncé reste incomplet, mais la question sera reprise plus loin.

Viète compare ensuite, toujours par syncrisis, des équations à trois termes, dont l'un est changé de signe (il dit un ou deux, parce que le terme tout connu est excepté, étant toujours affirmé). Mais je ne vois là rien d'intéressant.

Je ne trouve non plus rien à noter dans les quatre derniers chapitres. Je passe donc au livre *De Emendatione æquationum.*

Ce livre se compose de quatorze chapitres, mais il contient beaucoup de répétitions, ce qui tient à ce que Viète a divisé son ouvrage en beaucoup trop de parties placées sous des titres différents et dont chacune ne contient, pour une même question, que ce qui peut rentrer sous le titre philosophique de ce chapitre ; de sorte que la même question revient plusieurs fois et ne se trouve finalement résolue que lorsque l'on en a déjà depuis longtemps saisi la solution. On est tout étonné alors de s'apercevoir que tout ce qu'on avait regardé comme suffisamment complet n'était, dans l'idée de l'auteur, qu'un simple préambule. Il en est ainsi, par exemple, des transformations dont Viète a parlé dans le livre *De Recognitione æquationum*, et qui reviennent dans celui *De Emendatione æquationum.* C'était au point de vue philosophique qu'il en parlait dans le premier, et il y revient au point de vue pratique dans le second ; mais nous ne reproduirons que ce que nous trouverons de nouveau.

Viète, dans son introduction, prévient que, dans ce livre, il s'occupera de l'analyse *numerosa,* ce qui concerne le point de vue géométrique devant trouver sa place ailleurs ; mais, je remarque

qu'il ne fait pas ce qu'il dit : le point de vue concret reprend toujours le dessus malgré lui.

Il existe cinq manières de préparer les équations :

I. *Expurgatio per uncias.*

II. *Transformatio* πρῶτον-ἔχατον.

III. *Anastrophe.*

IV. *Isomeria.*

V. *Climactica Paraplerosis.*

Le plus sûr remède contre πολυπάθειαν est l'*expurgatio per uncias.*

Il y a πολυπάθεια lorsque l'équation contient l'inconnue sous de nombreuses affections (puissances); *uncia* est ce qu'il faut ajouter ou retrancher à l'inconnue pour faire disparaître l'affection immédiatement inférieure à la plus haute, c'est-à-dire pour faire disparaître le second terme de l'équation. Mais nous avons déjà vu cela en style moins héroïque.

La transformation πρῶτον-ἔσχατον (du premier au dernier) est le remède contre l'embarras qui vient de ce qu'un terme est retranché (*remedium est adversus vitium negationis*); elle revient à notre transformation par inversion. Soit

$$\text{A}\ \textit{cub.} - \text{B}\ \textit{pl. in}\ \text{A égale Z}\ \textit{solid.};$$

c'est la négation du second terme qu'il faut faire disparaître.

En posant

$$\text{A} = \frac{\text{Z}\ \textit{solidum}}{\text{E}\ \textit{planum}},$$

il viendra

$$\overline{\text{E}\ \textit{plan.}}\ \textit{cub.} + \text{B}\ \textit{pl. in}\ \overline{\text{E}\ \textit{pl.}}\ \textit{quad.}\ \text{égale}\ \overline{\text{Z}\ \textit{solid.}}\ \textit{quad.}$$

Ainsi, au lieu de $x^3 - px = q$, on aura l'équation $x^3 + p'x^2 = q'$, et le terme soustractif aura disparu.

Viète indique ailleurs la transformation inverse de l'équation $x^3 + p'x^2 = q'$ en $x^3 - px = q$, qui a l'avantage de faire disparaître le carré de l'inconnue.

Il fait, au reste, usage de la même transformation dans d'autres buts, comme de rendre rationnel le terme tout connu, quand il est irrationnel. Exemple :

A *cub.* — 10 A égale $\sqrt{48}$,

il pose

A égale $\frac{\sqrt{48}}{E}$,

$\sqrt{48}$ disparaît comme facteur commun.

L'anastrophe est employée contre l'amphibologie. Soit, par exemple, proposée l'équation :

B *plan. in* A — A *cub.* égale Z *solid.*

Cette équation a deux solutions et n'est pas appropriée à l'analyse (*neque ad analysin idonea*). On la transforme d'abord en

A *cub.* égale B *plan. in* A — Z *solid.*;

on ajoute alors E *cub.* aux deux membres; il vient

A *cub.* + E *cub.* égale B *plan. in* A + E *cub.* — Z *solid.*

Si E *cub.* — Z *solid.* était B *plan. in* E, l'équation aurait ses deux membres divisibles par A + E et se réduirait à

A *quad.* — A *in* E + E *quad.* égale B *plan.*;

on pose donc

E *cub.* — Z *solid.* égale B *plan. in* E,

c'est-à-dire

$$E\ cub. - B\ plan.\ in\ E\ \text{égale}\ Z\ solid.\ ;$$

or, cette dernière n'a plus qu'une seule solution, et l'autre, qui est du second degré en A, donne les deux valeurs de A, après que E a été trouvé.

Il est clair que la transformation ne vaut rien, théoriquement; nous l'indiquons parce qu'il s'agit d'histoire.

L'Isomœrie est employée contre le vice des fractions (*de Isomœria, adversus vitium fractionis*). Il s'agit de faire disparaître les dénominateurs, lorsqu'il y en a dans les termes qui suivent le terme de plus haut degré, sans introduire de coefficient à la plus haute puissance de l'inconnue.

La Climactique symmétrique est employée contre le vice de dissymétrie (*adversus vitium asymmetriæ*). Il y a asymmétrie lorsque l'équation contient des coefficients irrationnels.

La transformation appelée Climactique Paraplérosine est définie par Viète en termes que je ne saurais traduire. Mais l'usage qu'il en fait est compréhensible. Il s'agit de ramener l'équation du quatrième degré à une équation du second en prenant comme intermédiaire une équation du troisième.

Soit l'équation

$$A^4 + G^2A^2 + B^3A = Z^4,$$

que nous écrivons, pour abréger, à la mode moderne; Viète en tire

$$A^4 = Z^4 - G^2A^2 - B^3A;$$

il ajoute, de part et d'autre, $E^2A^2 + \frac{1}{4}E^4$, E étant une nouvelle inconnue; il en résulte

$$A^4 + E^2A^2 + \frac{1}{4}E^4 = (E^2 - G^2)A^2 - B^3A + \frac{1}{4}E^4 + Z^4;$$

le premier membre est le carré de

$$A^2 + \frac{1}{2}E^2,$$

et, pour que le second soit également carré, il suffit que

$$B^6 = (E^2 - G^2)(\tfrac{1}{4}E^4 + Z^4);$$

ce qui donne lieu à la résolution d'une équation du troisième degré en E^2. E étant connu, on trouvera ensuite A par une équation du second degré.

Cette méthode est à peu près celle de Ferrari. Descartes a proposé depuis la décomposition du premier membre de l'équation du quatrième degré en deux facteurs du second. Il est probable que Viète ne connaissait pas la méthode italienne.

Jusqu'ici, Viète n'a encore résolu que l'équation du second degré, beaucoup mieux, il est vrai, que tous ses prédécesseurs; il va maintenant aborder la résolution de l'équation du troisième degré; je dis résolution, parce que Cardan ne nous donne que la vérification d'une formule juste, mais empirique.

Soit l'équation

$$A^3 + 3B^2A = 2Z^3.$$

Viète pose

$$A = \frac{B^2}{E} - E,$$

E étant une nouvelle inconnue; il en résulte, par la substitution,

$$E^6 + 2Z^3E^3 = B^6,$$

équation du second degré en E^3.

Il ne dit pas comment il est arrivé à cette transformation;

mais il est évident qu'il a d'abord mis son équation sous la forme

$$A(A^2 + 3B^2) = 2Z^3,$$

et qu'il a cherché ce que devait être A pour que

$$A(A^2 + 3B^2)$$

devînt la différence de deux cubes. Pour cela, il fallait que A eût la forme $M - N$ et $A^2 + 3B^2$ la forme $M^2 + MN + N^2$. Mais si

$$A = M - N,$$
$$A^2 + 3B^2 = M^2 - 2MN + N^2 + 3B^2,$$

et, pour que la condition soit remplie, il faut que

$$B^2 = MN.$$

Le reste va de soi :

$$M = \frac{B^2}{N}$$

et

$$A = \frac{B^2}{N} - N.$$

Viète appelle cette méthode *duplicata Hypostasis*. Il en étend ensuite l'application aux autres cas de l'équation cubique.

Le dernier chapitre du livre *De Emendatione Æquationum* contient la composition d'une équation de degré quelconque, ayant autant de solutions qu'il y a d'unités dans son degré; il va jusqu'au cinquième degré et pourrait aller plus loin. Nous nous bornons à citer l'exemple relatif à l'équation cubique :

Si $A\,cub. - \overline{B + D + G}\ in\ A\,quad. + \overline{B\ in\ D + B\ in\ G + D\ in\ G}$

in A, *æquetur* B *in* D *in* G : A *explicabilis est de qualibet illarum trium* B, D *vel* G.

C'est-à-dire si l'on a l'équation

$$A^3 - (B + D + G)A^2 + (BD + BG + DG)A - BDG = 0,$$

les valeurs de A sont B, D et G.

On voit quels immenses progrès Viète fit faire à l'Algèbre, et comme tout est parfait dans sa méthode. On peut, je crois, caractériser son œuvre en deux mots : il fit de bonne Algèbre avec de l'excellente Géométrie.

Les autres ouvrages de Viète ne sont que secondaires par rapport à l'ensemble de ceux dont nous venons de rendre compte, qui constituent une doctrine entièrement neuve et presque complète; nous nous étendrons peu sur ceux qu'il nous reste à faire connaître.

Le Traité *De numerosa Potestatum Resolutione*, ou de la Résolution des Équations numériques, quoique fort étendu, n'est qu'un essai infructueux de résolution des équations de tous les degrés à coefficients numériques, fondé sur l'hypothèse fausse, quoique fort naturelle du temps de Viète, de la possibilité de résoudre une équation de degré m en cherchant les différentes manières de rendre son premier membre une puissance $m^{\text{ième}}$ exacte.

Le Traité intitulé : *Effusionum Geometricarum canonica Recensio* a pour principal objet la construction de quelques expressions algébriques et la résolution graphique des équations du second degré; on y trouve aussi les solutions d'un certain

nombre de problèmes de Géométrie du second degré, traités algébriquement.

Le *Supplementum Geometriæ* a pour buts principaux la trisection d'un angle et l'insertion au cercle du polygone régulier de sept côtés; mais Viète s'y propose aussi de ramener la résolution des équations cubiques ou quadrato-quadratiques à l'un ou l'autre des deux problèmes de la trisection de l'angle et de l'insertion de deux moyennes proportionnelles entre deux longueurs données.

On se rappelle qu'Ératosthène avait imaginé un instrument nommé Mésolabe, pour construire les deux moyennes proportionnelles à insérer entre deux longueurs données: dans le Traité intitulé *Pseudo-Mesolabum,* Viète se propose de restituer le procédé d'Ératosthène.

Dans les *Adjuncta Capitula,* Viète traite la question de construire le quadrilatère inscriptible qui aurait quatre côtés donnés, et revient sur l'inscription de l'heptagone régulier. Pour résoudre la question relative au quadrilatère inscriptible, il calcule une de ses diagonales et la construit.

Nous nous étendrons un peu plus sur la *Théorie des sections angulaires.* Viète forma les développements des cordes des multiples successifs d'un arc donné, en fonction de la corde de cet arc, et indiqua la loi de formation des coefficients, loi qui est naturellement moins simple que dans la formule dont nous nous servons, d'abord parce que, au lieu des cordes, nous y introduisons les sinus des arcs, mais surtout parce que notre formule contient à la fois le sinus et le cosinus de l'arc simple.

Viète, au sujet du problème inverse, remarque que les solutions du problème de la division d'un arc en un nombre m de

parties égales, tirées de l'équation qui donne la corde du multiple $m^{\text{ième}}$ d'un arc, se rapportent à la $m^{\text{ième}}$ partie de l'arc proposé et aux $m^{\text{ièmes}}$ parties de cet arc augmenté de une, deux, etc. $(m - 1)$ circonférences. Mais, à la vérité, il ne considère pas encore les racines négatives.

Il montre ensuite la possibilité de résoudre, par la division d'un arc en parties égales, les équations de tous les degrés qui pourraient s'identifier à celles qu'il a obtenues. C'est ainsi, du reste, qu'il ramena le cas irréductible du troisième degré au problème de la trisection de l'angle. C'est aussi ce qui lui permit de répondre immédiatement au défi porté à tous les Géomètres par Adrien Romain, de résoudre une équation du quarante-cinquième degré, qui était précisément celle dont dépendait la corde de la 45e partie d'un arc donné; *ut legi, ut solvi,* dit Viète. On s'est moqué d'Adrien Romain sans remarquer que le fait, au moins, prouve qu'il avait trouvé, de son côté, la formule de la corde de l'arc ma, connaissant la corde de l'arc a. Seulement, Adrien Romain n'avait vu dans son équation d'autre racine que la corde de la 45e partie de l'arc qu'il avait considéré, et Viète lui en fit voir les vingt et une autres racines positives.

En lui envoyant sa solution, Viète avait répondu au défi d'Adrien Romain par un autre défi : il lui proposait le problème du cercle tangent à trois cercles donnés, dont on savait qu'Apollonius s'était occupé dans son Traité perdu *De Tactionibus.* Il demandait une solution *géométrique.* Adrien Romain résolut le problème par l'intersection de deux hyperboles. Viète lui adressa alors la solution géométrique du problème, sous le titre : *Apollonius Gallus.* Il l'appelle *Clarissime Adriane;* mais il lui dit : *Dum circulum per hyperbolas tangis, rem acu non tangis,*

c'est-à-dire, en touchant le cercle par des hyperboles, tu ne touches pas la chose finement.,

L'*Apollonius Gallus* se termine par deux appendices. Dans le premier, Viète donne les solutions géométriques de problèmes que Regiomontanus avait dit n'avoir pu résoudre ; on va voir qu'ils n'étaient pas difficiles. Il s'agit de construire un triangle dont on donne la base, la hauteur et le rectangle fait sur les côtés ; ou la base, la hauteur et la somme ou la différence des côtés ; ou la base, la hauteur et l'angle au sommet.

Dans le second, il s'agit de problèmes relatifs à l'Astronomie, que Ptolémée, Albategni et Copernic s'étaient posés, mais qu'ils résolvent, dit Viète, *infeliciter*.

Le livre *Variorum Responsorum de rebus mathematicis* traite de la construction de deux moyennes proportionnelles, de la trisection de l'angle, de la quadrature du cercle et de la quadratrice de Dinostrate. Viète trace l'histoire de ces différents problèmes, ou, du moins, donne des extraits des anciens auteurs sur ces diverses questions. On y trouve la formule du côté du polygone régulier de 2^n côtés, inscrit dans un cercle de rayon 1,

$$\sqrt{\tfrac{1}{2}+\sqrt{\tfrac{1}{2}+\sqrt{\tfrac{1}{2}+\cdots\cdots}}}$$

Ce livre se termine par les deux Trigonométries.

Le *Munimen adversus nova Cyclometrica* est une réfutation des erreurs contenues dans un ouvrage où J. Scaliger croyait donner la solution du problème de la quadrature du cercle.

Enfin, dans sa *Relatio Kalendarii vere Gregoriani ad Ecclesiasticos doctores*, adressée à Clément VIII, Viète relève

les erreurs qu'il croyait avoir aperçues dans le travail de la Commission réunie par Grégoire XIII.



SCALIGER (JOSEPH-JUSTE).

(Né à Agen en 1540, mort à Leyde en 1609.)

Il était fils de Jules-César Scaliger. Il s'est illustré comme philologue et érudit. Il habita longtemps la Touraine, dans le château d'un riche seigneur. Les États de Hollande le nommèrent à une chaire à l'Université de Leyde et le demandèrent à Henri IV, qui eut beaucoup de peine à le laisser partir.

Ses immenses travaux sont presque tous purement littéraires; cependant, il a rendu un grand service à l'Astronomie en rétablissant toute la chronologie dans son *Opus de emendatione temporum*, publié à Paris en 1583.



ROTHMANN (CHRISTOPHE).

(Né vers 1540, mort vers 1610.)

Astronome du landgrave de Hesse-Cassel, Guillaume IV, il entra au service de ce prince en 1577 et dirigea son observatoire jusqu'en 1590. A cette époque, il visita Tycho dans son île de Hué et passa quelque temps dans son intimité.

Tycho l'accusa plus tard d'avoir abusé de ses confidences pour s'approprier l'idée de son système; mais Rothmann était copernicien avant d'avoir connu Tycho, et rien ne prouve qu'il se soit rendu aux raisons, d'ailleurs mauvaises, alléguées par son

hôte. Il est donc à croire que la crainte, bien plus qu'une réalité quelconque, a engagé Tycho à crier au plagiat.

Les observations de Rothmann ont été publiées avec d'autres par Snellius, en 1618, sous le titre : *Cœli ac siderum in eo errantium observationes*, etc.

Rothmann paraît avoir eu le premier l'idée d'attribuer la réfraction astronomique au passage de la lumière du vide dans l'air. On conçoit que les Anciens, ne sachant ni que l'atmosphère qui nous entoure appartient à la Terre, ni qu'il ne s'étend pas indéfiniment, ne pouvaient acquérir que des notions bien confuses de la réfraction atmosphérique.

GILBERT (GUILLAUME).

(Né à Colchester en 1540, mort en 1603.)

Médecin de la reine Élisabeth, puis de Jacques Ier. Il s'occupa beaucoup des propriétés des aimants, et, pour expliquer l'inclinaison et la déclinaison des aiguilles aimantées, admit, le premier, que la Terre est un aimant.

Ses recherches ont été réunies sous le titre : *De magnete magneticisque corporibus et de magno magnete Tellure* (Londres, 1600).



DASYPODIUS (CONRAD).

(Né à Strasbourg vers 1540, mort dans la même ville en 1600.)

Son véritable nom est *Rauchfuss* (pied velu); Dasypodius en est la traduction grecque.

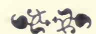
Il professait les Mathématiques à Strasbourg; on lui doit un grand nombre de traductions d'ouvrages de mathématiciens grecs.

C'est sur ses dessins que fut construite, en 1580, l'horloge de la cathédrale de Strasbourg.

BESSON (JACQUES).

(Né à Grenoble vers 1540.)

Professeur de Mathématiques à Orléans. Il croyait pouvoir découvrir les sources souterraines, ce qui n'est pas impossible, et a transmis ses observations dans un ouvrage intitulé : *l'Art et la Science de trouver les eaux et les fontaines cachées sous terre* (1569). Il inventa aussi d'ingénieux appareils pour faciliter les démonstrations mathématiques : le *cosmolabe* et un *compas euclidien.*



GUIDO UBALDO DEL MONTE.

(Né en 1545, mort en 1607.)

Disciple de Commandin. Sa famille était une des plus illustres de l'Italie. Il porta les armes contre les Turcs. A son retour, en 1588, il fut nommé inspecteur général des forteresses de la Toscane. C'est vers cette époque qu'il se lia avec Galilée, dont il resta depuis lors l'ami et le protecteur fidèle, et à qui il gagna l'appui important de son frère, le cardinal del Monte. Il se retira, peu après, dans ses terres pour ne plus s'occuper que de travaux scientifiques.

Sa *Mécanique*, qui parut en 1577, contient la théorie des machines, déduite de celle du levier, étendue au cas où les forces ne sont plus parallèles. Elle repose sur une théorie élémentaire des moments et le principe des vitesses virtuelles y est énoncé comme remarque, dans les cas simples du levier et des moufles.

Sa *Théorie du planisphère* parut en 1579. Il s'y trouve des théorèmes intéressants sur la transformation des figures.

Il publia, en 1588, un commentaire sur le Traité d'Archimède, *De incidentibus in humido*, et un *Traité de Perspective*, en 1600. Il remarque dans ce dernier ouvrage que les perspectives de lignes parallèles vont concourir en un même point du tableau, celui où le tableau est percé par le rayon visuel qui leur est parallèle.

Il avait encore composé deux ouvrages, qui parurent après sa mort; l'un, intitulé : *Problèmes astronomiques*, et l'autre : *De Cochlea*.

Enfin, il a laissé des ouvrages qui sont restés manuscrits.



CATALDI.

(Né vers 1545, mort à Bologne vers 1626.)

Il professait déjà les Mathématiques à Florence en 1563; on le trouve ensuite professeur à l'Université de Pérouse en 1572. Il fut nommé en 1584 à la chaire de Mathématiques de l'Université de Bologne, où il paraît avoir achevé sa carrière.

Il publia, en 1603, un *Traité des Nombres parfaits*, définis comme dans Théon de Smyrne.

Son *Traité de la Manière expéditive de trouver la racine*

carrée d'un nombre contient deux méthodes, nouvelles alors, pour approcher indéfiniment de cette racine. La première consiste à corriger une valeur quelconque de cette racine en y ajoutant le quotient de la différence entre le nombre proposé et le carré de la valeur approchée de la racine, par le double de cette valeur approchée et à répéter la même opération sur chaque valeur corrigée. Dans la seconde, on pourrait dire que Cataldi développe la racine en fraction continue, s'il avait soin de faire en sorte que tous ses numérateurs fussent égaux à 1, mais il leur laisse prendre des valeurs entières quelconques.

Ainsi, au lieu de

$$\sqrt{18} = 4 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{8 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{8 + \ldots}}}},$$

il trouve

$$\sqrt{18} = 4 + \cfrac{2}{8 + \cfrac{2}{8 + \cfrac{2}{8 + \ldots}}}$$

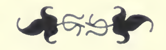
Il fait voir, du reste, que deux valeurs consécutives d'une pareille suite comprennent toujours entre elles la racine cherchée.

C'est lord Brouncker qui a constitué la théorie des fractions continues.

Dans son *Algèbre linéaire ou géométrique*, Cataldi construit les racines des équations du second degré, et quelques expressions algébriques. M. Libri trouve que c'est là de la Géométrie analy-

tique. C'est tout au plus l'inverse de ce que nous avons appelé *Application de la Géométrie à l'Algèbre*, et Viète avait précédé Cataldi dans cette transformation des opérations arithmétiques en constructions correspondantes.

Outre les ouvrages que nous venons de mentionner, Cataldi en avait publié beaucoup d'autres, mais qui ne sont que des traités didactiques.



TYCHO-BRAHÉ.

(Né à Knudstrup (Scanie) en 1546, mort à Prague en 1601.

Son père, Otto Brahé, ne se souciait pas de lui faire donner aucune éducation. Ce fut son oncle, Georges Brahé, qui le plaça à l'Université de Copenhague, à l'âge de treize ans. Une éclipse de Soleil, annoncée pour le 21 août 1560, ayant eu lieu au jour indiqué, le jeune Tycho en fut tellement impressionné qu'il en conçut un vif désir de s'appliquer à l'étude des Sciences.

Cette résolution, qui, suivant les préjugés du temps, était peu digne d'un gentilhomme, fut vivement combattue par sa famille. Cependant son oncle obtint de le faire partir, accompagné de son précepteur, André Sœrensen Vedel, pour l'Université de Leipzig, avec ordre d'y suivre uniquement les cours de droit pour se préparer à occuper les hautes charges de l'État. Tycho trouva toutefois l'occasion de puiser quelques notions d'Astronomie dans les éphémérides de Stadius et d'apprendre à se servir des tables de Reinhold.

Tous ses instruments se bornaient alors à un globe céleste gros comme le poing, et à quelques cercles qu'il avait fabriqués

lui-même. Ces instruments lui suffirent néanmoins à constater quelques inexactitudes dans les tables en usage.

Sa famille le laissa enfin libre de suivre ses goûts. Il visita pendant cinq ans les différents observatoires d'Allemagne et de Suisse, cherchant partout à se lier avec les astronomes les plus distingués et à trouver des mécaniciens habiles pour la construction des instruments qu'il comptait se procurer. Une querelle qu'il eut durant ces voyages fut suivie d'un duel nocturne dans lequel son adversaire lui abattit le bout du nez.

Devenu, à la mort de son père, en 1571, seigneur de Knudstrup, il préféra s'établir au monastère de Herridsvad, situé dans le voisinage, et d'où il reconnut, le 11 novembre, dans la constellation de Cassiopée, la belle et singulière étoile de 1572 qui a donné lieu à tant de conjectures, de calculs et de controverses. Cette étoile resta visible jusqu'au mois de mars 1574, toujours au même point du Ciel; elle n'avait ni queue ni chevelure; elle surpassait en éclat Sirius, et atteignait presque la dimension apparente de Vénus.

On l'apercevait d'abord en plein jour, elle perdit peu à peu son éclat et finit par disparaître entièrement. Elle fit l'objet du premier ouvrage de Tycho-Brahé : *De nova stella anni* 1572, qui parut en 1573. Tycho-Brahé n'était pas encore bien convaincu, alors, qu'il convînt à un homme de sa condition de rien faire imprimer : il lui fallut les conseils de ses amis pour l'ébranler; l'un d'eux, Pratensis, sans plus le consulter, livra le manuscrit à l'imprimeur.

C'est à cette époque (1573) que Tycho-Brahé se maria ; il épousa la fille d'un pasteur ou d'un paysan, nommée Christine, avec laquelle il vécut heureux, mais que, à cause de l'obscurité de sa

naissance, sa famille ne voulut jamais reconnaître; il en eut six enfants.

Après avoir, en 1573, sur l'invitation du roi Frédéric II, professé quelque temps l'Astronomie à l'Université de Copenhague, il entreprit un nouveau voyage et se rendit en Suisse; on dit même, ce qui paraît douteux, qu'il formait le projet d'abandonner sa patrie pour se fixer à Bâle, lorsque le roi de Danemark lui fit don de l'île de Hveen, l'investit d'un fief situé en Norvège et d'un canonicat dont les revenus étaient de 2000 écus, enfin lui assura en outre une pension de 5000 écus. Grâce à ces dons magnifiques, provoqués par le savant chancelier Pierre Oxe, Tycho-Brahé put faire ériger son magnifique château d'Uranienborg (palais d'Uranie), et, plus tard, l'observatoire de Stalleborg (château des Étoiles). Les instruments que Tycho-Brahé y réunit se trouvent décrits, ainsi que l'observatoire, dans son ouvrage intitulé : *Astronomiæ instauratæ mechanicha* (Nuremberg, 1602). Il évalue à plus de 100 000 écus danois l'argent qu'il y consacra.

Voici les principaux articles de la description qu'il adressa au landgrave de Hesse, astronome lui-même, qui désirait compléter son observatoire : un demi-cercle de 6 coudées de diamètre, porté sur un cercle azimutal de 4 coudées de diamètre; un sextant astronomique; un quart de cercle en cuivre de $2\frac{1}{2}$ coudées de rayon, avec un cercle horizontal de 3 coudées de diamètre; des règles construites sur le modèle de celles de Ptolémée, mais en cuivre, et portant les divisions de la table des sinus à cinq chiffres; un quart de cercle avec son horizon et ses alidades; une horloge de cuivre marquant les secondes (?), dont la roue principale a 2 coudées de diamètre et 1200 dents. Dans un autre observatoire, se trouve l'armille équatoriale en cuivre, de 4 cou-

dées. Un troisième observatoire contient des règles parallactiques de 4 $\frac{1}{2}$ coudées, couvertes en cuivre, l'horizon a 12 pieds de diamètre; un demi-sextant de 4 coudées de rayon, un sextant entier, les règles parallactiques qui avaient appartenu à Copernic. Dans un autre petit observatoire, sont des armilles équatoriales servant à suppléer aux précédentes, parce que la construction du bâtiment ne permet pas de voir tout le ciel d'un même point; un grand quart de cercle placé dans le plan du méridien, où les sixièmes de minute sont donnés par des transversales. Un grand globe de 6 pieds de diamètre, où furent reportées toutes les étoiles observées par Tycho-Brahé, se trouvait dans la salle de la bibliothèque, qui servait de cabinet de travail aux calculateurs, dont le nombre allait souvent jusqu'à huit. Dans un souterrain à toit mobile, se trouvait un demi-cercle de 6 coudées de diamètre; dans un autre était une grande machine parallactique ou équatoriale dont le cercle avait 9 coudées de diamètre. C'est la plus grande qui ait jamais été construite. Dans un troisième était attaché à une colonne en fer un grand carré vertical circonscrit à un quart de cercle de 5 coudées de rayon, divisé en sixièmes de minute, et donnant les sinus avec six chiffres. Ce quart de cercle était accompagné d'un azimutal de 9 coudées de rayon, recouvert en cuivre. Un quatrième souterrain contenait les mêmes instruments que le troisième, mais d'un plus petit modèle. Un cinquième souterrain renfermait des armilles zodiacales, dont le méridien, en acier, avait 3 coudées de diamètre. Des instruments portatifs venaient compléter la collection, qui, comme on le voit, était magnifique. La grande dimension des appareils s'explique par le défaut de lunettes et ne suffisait pas encore à donner une bien grande approximation. Un petit équatorial de 1^{m} de dia-

mètre, muni de lunettes à réticules micrométriques, donnerait à lui seul aujourd'hui des résultats bien supérieurs à ceux qu'on pouvait obtenir d'une aussi grandiose collection.

L'île de Hveen devint bientôt un lieu célèbre, où l'Astronomie et les diverses Sciences qui s'y rattachent étaient cultivées avec un éclat inconnu dans les plus grandes villes et même dans les universités les plus renommées. Les princes, les savants venaient des contrées les plus lointaines y visiter l'illustre maître; une foule de disciples se pressaient à ses leçons, disciples qu'il entretenait avec une magnificence vraiment royale.

A la mort de Frédéric II (1588), Tycho-Brahé se trouva, sans défense, en butte aux rancunes de la noblesse, dont il avait excité la jalousie et secoué les préjugés; un de ses membres surtout, Christophe Valkendorf, dont il s'était fait depuis longtemps un ennemi, n'omit rien pour lui susciter des difficultés et ne se lassa pas qu'il ne lui eût fait retirer son fief, son bénéfice et sa pension.

Décidé à quitter son île pour se retirer en Allemagne, Tycho partit d'Uranienborg le 29 avril 1597, pour se rendre d'abord à sa maison de Copenhague, où il fit transporter ses livres, son imprimerie et ses instruments; mais on ne le laissa pas même s'y établir. Il remballa donc tous ses instruments et partit pour l'Allemagne avec sa femme et ses enfants.

« Privé, dit-il, de tous moyens de travailler à la perfection de l'Astronomie et voyant que des goûts auxquels je ne croyais pouvoir renoncer sans crime étaient vus de si mauvais œil dans ma patrie, il ne me restait qu'à quitter ce pays et faire en sorte que tant de peines ne fussent pas entièrement perdues. A peine avais-je quitté le Danemark que le chancelier, faisant l'ac-

quisition de ma prébende, la convertit à son propre usage et m'ôta ainsi toute espérance de rentrer dans cette possession. Je demeurai à Rostock pendant trois mois, malgré l'épidémie régnante, afin de donner aux ministres le temps de faire de plus mûres réflexions; mais Henry de Rançon m'ayant invité à me préserver de la contagion, j'acceptai un asile dans son château de Wandesburg, à un demi-mille de Hambourg; là je passai l'hiver, soit à continuer mes observations, soit à travailler à des ouvrages commencés. »

En 1599, l'empereur Rodolphe II lui offrit un asile à Prague avec un traitement de 3000 écus d'or, sans compter d'autres revenus éventuels; mais Tycho ne profita pas longtemps de cette faveur, car il mourut deux ans après, le 24 octobre 1601. Il expira doucement, entre les consolations, les prières et les larmes de sa femme, de ses enfants et de ses collaborateurs, Képler, Fabricius et Muller. La nuit précédente, pendant son délire, il répéta plusieurs fois les mots : *Ne frustra vixisse videar* et fit promettre à Képler de terminer ses tables et de veiller à leur publication. Sa mort fut un coup fatal pour sa famille. L'empereur. qui avait promis de la soutenir, l'oublia ; elle ne toucha même pas les 20 000 rixdalers que produisit la vente de ses instruments. La veuve de Tycho mourut dans la misère, à Meissen, en 1604, et tout ce qu'on sait de ses enfants, c'est qu'ils ne retournèrent jamais dans leur pays.

Tycho-Brahé avait le cœur grand et généreux, l'âme élevée et libre de préjugés, mais le caractère violent et emporté, ce qui explique en partie, sans les excuser, les persécutions dont il a été l'objet.

Tycho-Brahé a apporté de notables améliorations à la théorie

de la Lune. Le premier, il tint compte, dans le calcul, de la réfraction et proposa les premiers éléments de la théorie des comètes. Malheureusement il combattit Copernic et prit trop au sérieux les folles doctrines de l'Astrologie. C'est avec le secours de ses *Observations* que Képler trouva les trois fameuses lois qui ont immortalisé son nom.

Les ouvrages imprimés de Tycho-Brahé sont : *De nova stella anni*, 1572, dont nous avons déjà parlé; *De mundi ætherei recentioribus phænomenis* (1588); *Tychonis-Brahæ apologetica responsio ad cujusdam peripatetici in Scotia dubia, sibi de parallaxi cometarum opposita* (1591); *Tychonis-Brahæ, Dani, epistolarum astronomicarum libri* (1596); *Astronomiæ instauratæ mechanicha* (1578); *Progymnasmata*, (Uranienborg, 1587-1589); *Tychonis-Brahæ, de disciplinis mathematicis oratio, in qua simul astrologia defenditur et ab objectionibus dissentientium vindicatur* (posthume); *Collectanea historiæ cœlestis.* C'est le recueil de ses observations qui fut confié après sa mort à Képler et qui n'a été imprimé que bien plus tard.

Le plus important de ces ouvrages, au point de vue théorique, est celui qui porte le titre de *Progymnasmata.* L'auteur débute en disant : « Copernic a pensé qu'on devait faire du Soleil le centre des mouvements célestes; son hypothèse est fort ingénieuse, mais elle n'est pas conforme à la vérité; nous laisserons donc la Terre immobile au centre du monde et nous ferons tourner le Soleil autour d'elle. » Il serait difficile de connaître les motifs qui déterminèrent Tycho-Brahé à se prononcer pour l'immobilité de la terre; peut-être la secrète vanité d'ériger un nouveau système y eut-elle la plus grande part; peut-être aussi la crainte de se rendre l'Église hostile le retint-elle, mais son caractère entier

rend cette supposition peu probable. L'esprit de Tycho-Brahé n'était pas naturellement spéculatif; il n'a montré de véritable génie que comme observateur; il nous semble que son erreur est suffisamment expliquée par là. Tycho-Brahé, quoique fortement attaché à son opinion, ne parle, au reste, jamais de Copernic qu'avec les plus grands éloges.

Tycho-Brahé commença par reviser toute la théorie du Soleil. Par la comparaison de dix équinoxes, il trouve l'année de $365^{j}\ 5^{h}\ 49^{m}$ et le mouvement diurne $0°\ 59'\ 8''\ 19'''\ 43^{iv}\ 40^{v}$. Ces résultats sont bien plus exacts que tous ceux qu'on avait obtenus avant lui. Il avait remarqué que l'angle de l'équateur avec l'horizon, donné par l'observation des solstices, n'était pas le complément de la hauteur apparente du pôle. Il en conclut la réfraction et se proposa d'en tenir compte.

Le phénomène de la réfraction atmosphérique avait été soupçonné par Ptolémée et décrit par l'Arabe Alhazen, dont Tycho connaissait les ouvrages, car il les cite; mais aucun astronome avant Tycho n'avait dressé de table pour servir à faire la correction. Pour établir la sienne, Tycho, supposant la réfraction nulle à la hauteur de 57°, où s'élevait le Soleil au solstice d'été, à Uranienborg, suivit le mouvement apparent du Soleil depuis son lever jusqu'à son coucher, et le compara à celui qu'il aurait eu dans son parallèle, si la réfraction n'eût pas augmenté sa hauteur. Les erreurs de la table qu'il construisit ne dépassent jamais 2'. Il est remarquable, au reste, que Tycho n'attribuait pas la réfraction au passage de la lumière du vide dans l'atmosphère, mais à l'influence des vapeurs contenues dans l'air. Les bonnes raisons que Rothmann lui opposait ne purent pas le convaincre.

Ses observations lui permirent de rectifier la valeur de l'obliquité de l'écliptique, qu'il trouva de 23° 31',5 tandis que Copernic et Regiomontanus l'avaient faite de 23° 28'.

Les belles recherches de Tycho sur le Soleil sont encore dépassées par celles qu'il fit sur la Lune. Les observations d'Hipparque avaient principalement porté sur les syzygies et lui avaient permis de déterminer l'excentricité de l'orbite de la Lune; celles que Ptolémée y avait ajoutées sur les quadratures lui avaient fait découvrir l'*évection;* Tycho s'attacha aux octants et découvrit la *variation*, additive dans le premier et le quatrième octant, soustractive dans les deux autres. Cette découverte portait immédiatement Tycho sur le rang de Ptolémée; il y ajouta celle plus importante encore de l'inégalité de l'obliquité de l'orbite lunaire et de l'équation du nœud. Tous les anciens avaient supposé constant et égal à 5° l'angle du plan de l'orbite lunaire avec celui de l'écliptique; Tycho reconnut que l'orbite éprouvait dans le cours de chaque lunaison un balancement sensible, que l'inclinaison de 5°, plus exactement 4° 58' 30", convenait bien aux syzygies, mais qu'elle s'élevait à 5° 17' 30" dans les quadratures.

D'un autre côté, on avait regardé la révolution de la ligne des nœuds comme uniforme; Tycho constata l'inégalité de sa vitesse angulaire et en détermina les variations. Imitant alors pour la Lune l'explication que Copernic avait proposée de la précession des équinoxes, il donna au pôle de l'orbite lunaire un mouvement de rotation autour de son lieu moyen.

PEGEL (MAGNUS).

(Né à Rostock en 1547, mort vers 1610.)

Après s'être fait recevoir docteur en médecine, il professa les Mathématiques et la Physique à Rostock, puis à Helmstædt.

Il a laissé un curieux ouvrage : *Thesaurus rerum selectarum magnarum, dignarum, utilium, suavium, pro generis humani salute oblatus* (1604), qui contient l'exposition de diverses inventions mécaniques.



STEVIN (SIMON).

(Né à Bruges vers 1548, mort à Leyde en 1620.)

Ingénieur des digues de Hollande, il s'est principalement occupé de Mécanique et d'Hydrostatique ; toutefois il aurait déjà employé en Algèbre la notation des puissances à l'aide des exposants numériques et, suivant M. Budan de Boislaurent, étendu même cette notation au cas des exposants fractionnaires ; c'est probablement à lui qu'est due la connaissance de la génération de l'ellipse au moyen du cercle, dont les ordonnées seraient raccourcies dans un rapport donné ; il avait indiqué quelques propriétés de la loxodromie, appliqué d'une façon intéressante, à la construction de certaines expressions algébriques, le théorème de Ptolémée relatif aux segments déterminés par une transversale sur les côtés d'un triangle et porté ses études de perspective assez loin pour oser se poser ce problème général, qu'il résolvait dans quelques cas particuliers : *deux figures qui sont perspectives l'une de l'autre étant données, placer l'une par rapport à l'autre de manière que la perspective ait lieu, et déterminer la position de l'œil.*

Stevin résolut le premier le problème de l'équilibre d'un corps placé sur un plan incliné et celui, beaucoup plus important, de l'équilibre de trois forces appliquées à un même point.

L'Hydrostatique lui doit l'explication du fameux paradoxe sur la pression exercée par un liquide sur le fond d'un vase conique. Il démontre successivement, par l'expérience et par un raisonnement juste, que la pression est toujours égale au poids du liquide que contiendrait un cylindre ayant pour base le fond du vase et pour hauteur la distance de ce fond au niveau. On lui attribue encore la connaissance de la pesanteur de l'air.

Ses ouvrages écrits en flamand ont été traduits en latin par Snellius et réunis sous ce titre : *Hypomnemata, id est de Cosmographia, de praxi Geometriæ, de Statica, de Optica, etc.* Albert Girard en a donné une édition française comprenant : le *Traité d'Arithmétique*, les *Six livres d'Algèbre de Diophante* (les quatre premiers avaient été traduits par Stevin, Albert Girard y a joint les deux derniers), la *Pratique de l'Arithmétique* et l'*Explication du Xe livre d'Euclide*, la *Cosmographie,* la *Géographie* et l'*Astronomie*, la *Pratique de Géométrie,* la *Statique,* l'*Optique*, la *Castramétation*, la *Fortification par écluses* et le *Nouveau système de fortification.* Stevin a été incontestablement un géomètre très distingué.

La découverte de la condition de l'équilibre des forces concourantes a une telle importance et les moyens de démonstration employés par Stevin sont tellement curieux qu'on nous saura sans doute gré de donner ici de son ouvrage un extrait qui permette de prendre une idée nette de sa théorie.

Cette théorie est précédée de l'avertissement suivant : « Jusques icy ont esté déclarées les proprietez des pesanteurs directes ; sui-

vent les proprietez et qualitez des obliques, desquelles le fondement général est compris au théorème suivant. »

Théorème.

« Si un triangle a son plan perpendiculaire à l'horizon et sa base parallèle à iceluy; et sur un chacun des deux autres costez un poids sphérique, de pesanteur égale : comme le costé dextre

Fig. 1.

du triangle (est) au sénestre, ainsi la puissance du poids sénestre (sera) à celle du poids dextre.

« Soit ABC un triangle ayant son plan perpendiculaire à l'horizon, et sa base AC parallèle à iceluy horizon ; et soit sur le côté AB (qui est double à BC) un poids en globe D, et sur BC un autre E, égaux en pesanteur et en grandeur.

« Il faut démonstrer que, comme le costé AB2 (est) au costé BC1, ainsi la puissance ou pouvoir du poids E (est) à celle de D.

« Soit accommodé à l'entour du triangle un entour de 14 globes, égaux en pesanteur, en grandeur, et équidistans, comme D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, enfilez d'une ligne passant par leurs centres, ainsi qu'ils puissent tourner sur leurs susdits centres, et qu'il y puisse avoir 2 globes sur le côté BC, et 4 sur BA, alors comme ligne (est) à ligne, ainsi le nombre des globes (est) au nombre des globes : qu'aussi en S, T, V soient trois poincts fermes (fixes), dessus lesquels la ligne, ou le filet puisse couler, et que les deux parties au-dessus du triangle soient parallèles aux côtés d'iceluy AB, BC; tellement que le tout puisse tourner librement et sans accrochement, sur lesdits côtés AB, BC.

« Si le pouvoir des poids D, R, Q, P, n'était pas égal au pouvoir des deux globes E, F, l'un costé sera plus pesant que l'autre. Supposons donc (s'il est possible) que les quatre D, R, Q, P, soyent plus pesans que les deux E, F; mais les quatre O, N, M, L, sont égaux aux quatre G, H, I, K; par quoy le costé des huit globes D, R, Q, P, O, N, M, L, sera plus pesant selon leur disposition, que non pas les six E, F, G, H, I, K, et puisque la partie plus pesante emporte la plus légère, les huit globes descendront et les six autres monteront : qu'il soit ainsi donc, et que P vienne où O est présentement et ainsi des autres; voire que E, F, G, H, viennent où sont maintenant P, Q, R, D, aussi I, K, où sont maintenant E, F. Ce néant moins, l'entour des globes aura la même disposition qu'auparavant et, par même raison, les huit globes auront le dessus en pesanteur, et, en tombant, feront revenir huit autres à leurs places, et, ainsi, ce mouvement n'aurait aucune fin, ce qui est absurde. Et de mesme sera la démonstration de l'autre costé.

« La partie donc de l'entour D, R, Q, P, O, N, M, L sera en équilibre

avec la partie E, F, G, H, I, K. Que si l'on ôte des deux costés les pesanteurs égales et qui ont mesme disposition, comme sont O, N, M, L, d'une part, et G, H, I, K, d'autre part, les quatre restans D, R, Q, P, seront et demeureront en équilibre avec les deux E, F. Par quoy E aura un pouvoir double au pouvoir de D.

« Comme donc le costé A B 2 est au costé B C 1, ainsi le pouvoir de E est au pouvoir de D. »

Les conséquences que Stevin tire immédiatement de ce théorème sont évidentes :

1° Deux corps reposant sur deux plans inclinés adossés l'un à l'autre se font équilibre aux deux bouts de la corde qui les unit, lorsque leurs poids sont proportionnels aux longueurs des deux plans (on suppose naturellement que les deux brins de la corde sont parallèles aux deux plans et dirigés vers les centres de gravité des deux corps).

2° Le théorème s'applique encore lorsque l'un des plans est vertical et que la corde, passée sur une poulie, a l'un de ses brins parallèle au plan incliné sur lequel repose l'un des corps, tandis que l'autre brin pend librement au delà de la poulie.

3° Un corps placé sur un plan incliné est retenu en équilibre lorsqu'il est tiré de bas en haut, parallèlement à la ligne de plus grande pente du plan, par une puissance, ayant avec le poids du corps un rapport égal à celui de la hauteur du plan à sa longueur.

Mais Stevin va encore plus loin et tire de son théorème la condition d'équilibre de trois forces concourantes :

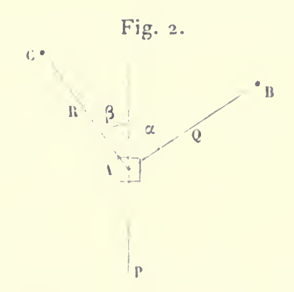
Soit A un corps de poids P, tiré par deux puissances Q et R dirigées suivant AB et AC; si on considère ce corps comme placé sur le plan incliné AB, Q peut détruire la portion de P qui est à Q comme la longueur de AB est à la hauteur; de même

R peut détruire la portion de P qui est à R comme la longueur de AC est à sa hauteur; pour l'équilibre, il faut que les portions de P que peuvent détruire Q et R, ajoutées, fassent P; on tire immédiatement de là la condition :

$$P = Q \cos \alpha + R \cos \beta,$$

α et β désignant les angles des deux forces Q et R avec la verticale. Stevin ne va pas jusque là, il dit simplement : il appert que si une colonne (il prend pour exemple un cylindre, mais cela

Fig. 2.



importe peu) est attachée par deux lignes (cordes) non parallèles, on pourra cognoistre combien chaque ligne soustiendra, ou de quelle force chaque ligne agira. Mais Albert Girard donne la raison de Q à R, d'une façon il est vrai très compliquée, parce qu'il y fait intervenir l'axe de la colonne, dont la direction n'a rien à voir dans la question.



DITHMARSUS (URSUS).

(Né vers 1549.)

Il est connu par sa table des sinus, calculée par la méthode des différences, et par ses querelles avec Tycho-Brahé. Tycho pré-

tendit que Dithmarsus lui avait volé sa méthode des différences, dans une visite à Huen en 1584. D'autre part, Dithmarsus réclamait l'invention du système du monde de Tycho. Le plagiat peut fort bien n'exister ni d'un côté ni de l'autre.



BYRGE.

(Né à Lichtenstein en 1549, mort en 1632.)

Fut un des plus habiles constructeurs d'instruments de Mathématiques de son temps, et employé à ce titre par le landgrave de Hesse, Guillaume IV, puis par l'Empereur. Il passe pour être l'inventeur du compas de réduction. Il publia, à Prague, en 1620, une table de logarithmes plus judicieusement disposée que celles que nous employons encore aujourd'hui, en ce qu'il y faisait croître les logarithmes en progression arithmétique, au lieu que, dans nos tables, ce sont les nombres qui varient en progression arithmétique, ce qui est absolument vicieux.

Ce sont les logarithmes hyperboliques que Byrge avait inscrits dans sa table; il serait difficile de savoir s'il avait eu connaissance de l'invention de Néper.

L'ouvrage où Néper développe cette invention est de 1614, antérieur, par conséquent, de six ans à celui de Byrge, ce qui assure à Néper la priorité. Mais il est peu probable qu'en six années Byrge ait pu apprendre l'existence de l'ouvrage du géomètre écossais, étudier cet ouvrage, se disposer à réaliser l'invention qu'il indiquait, calculer effectivement 33 000 nombres correspondants à 33 000 logarithmes en progression arithmétique et faire imprimer la table contenant le tout en sept feuilles et demie.



NEPER OU NAPIER (JEAN, BARON DE MERCHISTON).

(Né en 1550, mort en 1617.)

Il paraît avoir eu une existence très tranquille, car on n'en connaît aucun détail. L'ouvrage où il expose son invention est intitulé : *Logarithmorum canonis descriptio, seu arithmeticorum supputationum mirabilis abbreviatio, ejusque usus in utraque trigonometria, ut etiam in omni logistica mathematica amplissimi, facillimi et expeditissimi explicatio, authore ac inventore Joanne Nepero barone Merchistonii, Scoto.* Il est de 1614.

Neper, dans cet ouvrage, n'indiquait pas la méthode dont il s'était servi pour calculer les logarithmes ; il promettait seulement de la donner plus tard ; mais la mort l'en empêcha. C'est son fils qui la fit connaître en publiant, en 1618, le manuscrit laissé par son père, sous le titre : *Mirifici logarithmorum canonis constructio et eorum ad naturales ipsorum numeros habitudines una cum appendice de alia eaque præstantiori logarithmorum specie condenda*, etc.

Les connaissances mathématiques de Neper étaient bien loin d'être aussi étendues qu'on est naturellement porté à le supposer par les difficultés apparentes que présentait l'établissement des tables qu'on lui doit ; la méthode qu'il a suivie pour les construire est extrêmement ingénieuse, mais elle le dispensait de toute théorie. Non seulement Neper ne songeait en aucune façon à la quadrature de l'hyperbole en calculant ses logarithmes, qu'on a nommés hyperboliques, mais il lui eût même été assez difficile d'en indiquer ce que nous nommons la base ; quant à en imaginer le développement en série, il en était encore plus éloigné. Le progrès des Sciences a été si rapide à partir de 1600, que la con-

fusion s'établit naturellement quand on néglige de remonter aux sources. Voici le procédé qu'employa Neper pour former la progression géométrique dont les termes devaient occuper l'une des colonnes de sa table. La raison de cette progression, qu'il faisait décroissante, étant supposée $1 - \frac{1}{n}$, chaque terme devait être égal au précédent, diminué de sa $n^{ième}$ partie ; le calcul n'exigeait donc que de simples soustractions. Les progressions de Neper sont :

$$0, \frac{1}{10^7}, \frac{2}{10^7}, \frac{3}{10^7}, \ldots$$

pour la progression par différence, et

$$10^7, \ 10^7\left(1 - \frac{1}{10^7}\right), \ 10^7\left(1 - \frac{1}{10^7}\right)^2, \text{etc.},$$

pour la progression par quotient, de sorte que le logarithme décroissait quand le nombre augmentait. On voit que le module du système était, à peu près, -1.

Pour former la table des logarithmes sinus, Neper démontrait que log sin A est compris entre (1 — sin A) et (coséc A — 1). En conséquence, pour calculer log sin A, il prenait les moyennes arithmétique et géométrique entre (1 — sin A) et (coséc A — 1), pour s'assurer qu'elles différaient peu l'une de l'autre, et gardait dans ce cas la moyenne géométrique pour la valeur de log sin A. Cette moyenne géométrique est

$$\frac{1 - \sin A}{\sqrt{\sin A}};$$

elle n'exigeait donc pas un calcul bien long.

Neper avait à peine publié son canon des logarithmes, qu'il avait formé le projet d'en changer la disposition, en donnant l'unité pour logarithme au nombre 10.

Il paraît être le premier savant qui ait substitué le calcul décimal au calcul des fractions ordinaires.

On connaît les analogies (proportions) qui portent son nom et qui servent à calculer les extrêmes de cinq parties consécutives d'un triangle sphérique, connaissant les trois intermédiaires.

Neper eut le plaisir de voir son invention adoptée par Briggs, professeur de Mathématiques à l'Université d'Oxford, qui fit exprès le voyage d'Édimbourg pour venir en conférer avec lui et lui soumettre ses idées pour l'établissement des tables des logarithmes vulgaires. Les calculs projetés devaient exiger des extractions de racines cinquièmes; Neper indique le moyen de tout ramener à des racines carrées.

Il est remarquable que l'ouvrage de Neper contient déjà les idées de fluxions, de fluentes et d'incréments infinitésimaux; et que l'auteur, comme Newton devait le faire systématiquement plus tard, emploie souvent dans ses explications des images tirées de l'ordre des faits dynamiques.



MÆSTLIN (MICHEL).

(Né en Wurtemberg en 1550, mort en 1631)

Ce fut lui qui, pendant un voyage en Italie, détermina Galilée à abandonner le système de Ptolémée, pour adopter celui de Copernic.

Après avoir été diacre à Baknang (1576), il enseigna les Ma-

thématiques à Heidelberg (1580) et à Tubingue (1584). Il eut Képler pour disciple.

C'est lui qui, le premier, a donné l'explication de la lumière cendrée de la Nouvelle Lune.

SARPI (FRA PAOLO).

(Né à Venise en 1552, mort dans la même ville en 1623.)

Son père, qui était marchand, ayant perdu sa fortune, il entra dans l'ordre des Servites, à l'âge de treize ans. Il étudia le grec, l'hébreu, la Théologie, la Philosophie, l'Histoire, le droit public, les Sciences naturelles, l'Anatomie, les Mathématiques et l'Astronomie. Il a joué un rôle important dans la République de Venise, dont il était le théologien et le jurisconsulte, notamment à l'occasion des dissentiments qui s'élevèrent entre Venise et le pape Paul V. Il est surtout connu pour son histoire du *Concile de Trente*, réimprimée un grand nombre de fois et traduite dans presque toutes les langues.

Nous lui donnons une place dans cette *Histoire* à cause de son affection pour Galilée et de la protection dont il l'entoura. Il était du reste en relation avec tous les savants de l'Europe; et ses vues, qu'il répandait libéralement, n'ont pas été inutiles au progrès.

On lui a attribué la découverte de la circulation du sang, dès 1580.

Il fut, en 1607, victime d'un guet-apens, qu'on a supposé avoir été dirigé par Paul V, parce qu'il en avait combattu les prétentions.

Depuis la guérison de ses blessures, il ne sortit plus guère de son couvent.

Ses funérailles furent célébrées en grande pompe par le Gouvernement de Venise, et sa mort fut officiellement notifiée à toutes les puissances.



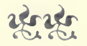
BALDI (BERNARDIN).

(Né à Urbin en 1553, mort en 1617.)

Il avait été élève de Commandin. Sa famille voulait qu'il se fît médecin, mais les Mathématiques l'attiraient invinciblement. Il fut chargé de les enseigner à Fernand Gonzague, prince de Mantoue, puis fut nommé à l'abbaye de Guastalla, qu'il abandonna, du reste, peu de temps après.

Il avait, à vingt ans, traduit les *Automates*, de Héron l'Ancien. Plus tard il étudia les langues orientales et donna des traductions d'un assez grand nombre d'ouvrages arabes. Il avait écrit une *Histoire des Mathématiques*, qui est restée inédite, à l'exception de quelques fragments, les biographies de Héron, de Vitruve et de Commandin ; le manuscrit est entre les mains du prince Boncompagni. Outre les *Automates* dont il avait donné la traduction dans sa jeunesse, il traduisit plus tard les *Machines de guerre*.

Il apprenait constamment de nouvelles langues et en savait seize à la fin de sa vie.



VALÉRIO LUCA.

(Né vers 1553, mort en 1618.)

Il fut professeur de Mathématiques à Rome. On a de lui : *De centro gravitatis solidorum* (Rome, 1604), ouvrage remarquable

pour le temps, où l'auteur détermine les centres de gravité de tous les segments formés dans les conoïdes des anciens, par des plans parallèles à la base. Il publia aussi un *Traité de la quadrature de la parabole* par une méthode différente de celle d'Archimède. Ces deux ouvrages ont été réimprimés à Bologne en 1661.



MAGINI (JEAN-ANTOINE).

(Né à Padoue en 1555, mort à Bologne en 1617.)

Ami de Képler. Outre ses cartes de l'Italie, les plus parfaites qu'on eût vues encore, il a laissé un commentaire de Viète, des tables donnant pour tous les angles, de minute en minute, les sinus, sinus verses, tangentes et sécantes; une *Trigonométrie* où l'on remarque la considération des triangles sphériques supplémentaires, d'après Viète, et où les calculs commencent à prendre une forme simple, etc.

Il s'était d'abord déclaré grand admirateur du système de Copernic, mais finit par traiter ses hypothèses d'absurdes.

Il professa pendant longtemps l'Astronomie à l'Université de Bologne.



HENRI BRIGGS.

(Né dans le Yorkshire vers 1556, mort à Oxford en 1630.

Professeur d'Astronomie à Oxford et de Géométrie au collège de Gresham, fondé à Londres en 1596 par le chevalier de ce nom, Briggs est surtout connu par ses tables de logarithmes vulgaires infiniment plus étendues que celles qu'avait laissées Néper, et qui constituent un travail gigantesque.

Ces tables devaient contenir les logarithmes des nombres de 1 à 100 000 avec quatorze décimales et les logarithmes des sinus et tangentes de tous les arcs de centièmes en centièmes de degré. Briggs avait beaucoup avancé le travail, mais la table qu'il publia sous le titre : *Arithmetica logarithmica* ne contenait que les logarithmes des nombres de 1 à 20 000 et de 90 000 à 100 000. Henri Gellibrand acheva le travail, et publia ses tables de sinus et tangentes en 1633, sous le titre de *Trigonometria Britannica.*

En même temps Gunther, professeur comme Briggs au collège de Gresham, publiait en 1620, sous le titre de *Canon of triangles*, les logarithmes des sinus et tangentes de tous les arcs, de minutes en minutes, avec sept décimales.

Outre son *Arithmetica logarithmica* (Londres, 1624), on a de Briggs une *Trigonométrie* (1630), des *Tables pour le perfectionnement de la navigation* et une *Table ponr trouver la hauteur du pôle.*

HARRIOT (THOMAS).

(Né à Oxford en 1560, mort à Londres en 1621.)

Après avoir pris le grade de maître ès arts en 1579, il accompagna Walther Raleigh en Virginie. Peu après son retour, le duc de Northumberland se l'attacha, lui donna un logement dans son château du comté de Sussex et lui assura une pension de 7500 livres. C'est près du duc de Northumberland que Harriot passa le reste de ses jours.

Ses recherches analytiques sont consignées dans son *Artis analyticæ praxis* qui ne fut publié qu'en 1631, par les soins de

Walther Warner, son ami, et commensal, comme lui, du duc de Northumberland.

Harriot a le premier transporté d'un même côté tous les termes d'une équation.

Il fait très nettement la remarque qu'une équation a autant de racines qu'il y a d'unités dans son degré et qu'on forme une équation, connaissant ses racines, en faisant le produit des différences entre l'inconnue et ces racines. Il en conclut que, si l'équation a des racines entières, ces racines sont des diviseurs du dernier terme.

Harriot avait une idée des racines négatives, mais il les rejetait. Il les qualifiait de *privatives*, pour exprimer que leur présence réduisait le nombre des façons dont l'équation pouvait être *expliquée*.



WRIGHT (EDWARD).

(Né vers 1560, mort vers 1615.)

Ami et collaborateur de Briggs, inventeur du canevas des cartes dites réduites, ou à latitudes croissantes, dont se servent les navigateurs.

Après avoir achevé ses études à Cambridge, il accompagna en 1589 le comte G. de Cumberland, dans son expédition aux Açores. C'est durant ce voyage que, reconnaissant l'insuffisance et l'inexactitude des cartes jusque-là employées dans la marine, il eut l'idée, en continuant à représenter, comme Mercator, les méridiens par des droites parallèles entre elles et équidistantes, de figurer les parallèles par des perpendiculaires aux méridiens,

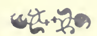
menées à des distances telles les unes des autres, que le rapport des longueurs d'arcs semblables de chaque parallèle et du méridien fût exactement conservé dans le dessin, de façon que la direction de la droite joignant deux points suffisamment voisins de la carte correspondît exactement à l'orientation de l'arc mené entre les deux lieux correspondants sur la surface de la terre.

Il expose cette nouvelle méthode dans un ouvrage intitulé : *Errours in navigation detected and corrected*, qui parut en 1599.

Il s'adonna alors tout à fait à l'Astronomie et devint précepteur du prince Henri, pour qui il fit construire une grande sphère mécanique, que l'on conserve encore en Angleterre, et où les mouvements du Soleil et de la Lune étaient si bien reproduits qu'on pouvait, dit-on, y observer leurs éclipses, pour une période de 17000 ans.

Il a laissé divers ouvrages sur la Sphère et la navigation.

Il fut l'un des premiers admirateurs et promoteurs de la théorie nouvelle des logarithmes, et se mit courageusement à en dresser des tables, que son fils a publiées après sa mort.



PITISCUS (BARTHÉLEMY).

(Né près de Grunberg vers 1561, mort à Heidelberg en 1613.)

D'abord précepteur de Frédéric IV, électeur palatin, il devint plus tard son théologal.

Il fit d'importantes additions aux tables que Rhéticus avait laissées manuscrites, et obtint, de concert avec Adrien Romain, que Jonas Rose en entreprît la publication à ses frais. C'est là la principale obligation qu'on lui doit.

Il a laissé un ouvrage intitulé : *Trigonometriæ libri quinque, item problematum variorum libri decem* (Heidelberg, 1595) dont la troisième édition est de 1612. Il dit dans sa préface que rien n'est plus propre à adoucir les mœurs que l'étude de l'Astronomie : « Bon Dieu ! quel ornement que la douceur et qu'il est rare chez les théologiens. Combien ne serait-il pas à souhaiter que les théologiens de ce siècle fussent astronomes et mathématiciens, c'est-à-dire doux et faciles à vivre » !

Il suivait la doctrine de Copernic, mais sans prendre directement parti pour le mouvement de la Terre.



BACON (FRANÇOIS, LORD DE VÉRULAM)

(Né à Londres en 1561, mort en 1626.)

Il entra à treize ans à l'université de Cambridge et la quitta à seize, assez peu satisfait de ce qui s'y enseignait; il fit une excursion en France et rentra à l'Ecole de Gray's Jun pour y étudier le droit.

Nous ne raconterons pas les tristes péripéties de sa vie en quête d'emploi sous Elisabeth, de son inféodation au comte d'Essex, favori de la reine, et de son ingratitude envers lui, de son avènement au ministère sous Jacques Ier, sous la présidence de Buckingham, dans les bonnes grâces de qui il avait su se glisser, comme il avait fait pour le comte d'Essex, de son élévation à la pairie sous le titre de lord de Vérulam; non plus que de sa chute méritée par une longue suite de concussions effrontées.

On serait presque tenté de regretter que la Science et la Philosophie aient pu se faire un gîte dans le même esprit où régnait en

maîtresse l'ambition du pouvoir, alimentée par le dessein d'en exprimer toutes les jouissances les plus abusives.

La réputation de Bacon commença avec la publication des *Essais de morale et de politique* (1547), qui ont puissamment contribué à former la langue anglaise.

Il fit paraître en 1605 son *Traité de la valeur et de l'avancement de la Science divine et humaine*, première forme de l'ouvrage célèbre *De dignitate et augmentis scientiarum*, où il passe en revue toutes les parties de la science, pour en montrer les lacunes et indiquer les nouvelles recherches à tenter.

Son *Novum organum*, celui de ses ouvrages auquel il attachait le plus de prix, est de 1620. Il avait été précédé de plusieurs opuscules qui s'y trouvent fondus. C'est un nouveau guide qu'il propose pour remplacer l'*Organon* d'Aristote.

Voici les découvertes ou aperçus dont on peut faire honneur à Bacon : l'influence, diminuée par la distance, que la terre exerce sur les corps étrangers; l'influence de la Lune sur les marées; l'explication des couleurs des corps par la manière dont ils réfléchissent la lumière; une expérience sur l'incompressibilité des liquides ; diverses expériences sur les densités des corps, la pesanteur et l'élasticité de l'air, la dilatation par la chaleur ; enfin cette vue remarquable que la chaleur des corps tient à un mode de mouvement des particules qui les composent.

Les ouvrages de Bacon ont produit une impression profonde dont on trouve la trace dans les écrits des grands hommes qui occupèrent après lui les fonctions de directeurs de l'humanité. En voici quelques preuves :

Gassendi : Par une résolution vraiment héroïque, Bacon a osé s'ouvrir une route inconnue; on peut espérer, s'il persiste avec

vaillance dans son entreprise, qu'il fondera et nous donnera enfin une philosophie nouvelle et parfaite.

Descartes (*Lettre au P. Mersenne*) : Vous désirez savoir un moyen de faire des expériences utiles. Sur cela je n'ai rien à dire après ce que Verulamius en a écrit.

Hooke : Personne, excepté l'*incomparable* Verulam, n'a eu quelque idée d'un art pour la direction de l'esprit dans les recherches de la science.

Leibnitz : C'est l'*incomparable* Verulamius qui, des divagations aériennes et même de l'espace imaginaire, rappela la philosophie sur cette terre et à l'utilité de la vie.

Vico : On ne saurait assez louer le grand philosophe Bacon de Verulam d'avoir enseigné aux Anglais la méthode et l'usage de l'induction.

Horace Walpole : Bacon a été le prophète des choses que Newton est venu révéler aux hommes.

Voltaire (*Lettre sur les Anglais*) : On sait comment Bacon fut accusé d'un crime qui n'est guère d'un philosophe, de s'être laissé corrompre par argent... Aujourd'hui, les Anglais vénèrent sa mémoire au point qu'à peine avouent-ils qu'il ait été coupable. Si on me demande ce que j'en pense, je me servirai, pour répondre, d'un mot que j'ai ouï dire à lord Bolingbroke. On parlait en sa présence de l'avarice dont le duc de Marlborough avait été accusé, et on en citait des traits sur lesquels on en appelait au témoignage de lord Bolingbroke qui, ayant été d'un parti contraire, pouvait, peut-être, avec bienséance, dire ce qui en était : « C'était un si grand homme, répondit-il, que j'ai oublié ses vices. » Je me bornerai donc à parler de ce qui a mérité au chancelier Bacon l'estime de l'Europe. Le plus singulier

et le meilleur de ses ouvrages est celui qui est aujourd'hui le moins lu, je veux parler de son *Novum organum*. C'est l'échafaud avec lequel on a bâti la nouvelle Philosophie; et quand cet édifice a été élevé, au moins en partie, l'échafaud n'a plus été d'aucun usage. Le chancelier Bacon ne connaissait pas encore la nature, mais il savait et indiquait tous les chemins qui mènent à elle. Il avait méprisé de bonne heure ce que des fous en bonnet carré enseignaient sous le nom de Philosophie dans les petites maisons appelées collèges; et il faisait tout ce qui dépendait de lui afin que ces compagnies, instituées pour la perfection de la raison, ne continuassent pas de la gâter par leurs *quiddités*, leurs *horreurs du vide*, leurs *formes substantielles*, et tous ces mots que non seulement l'ignorance rendait respectables, mais qu'un mélange ridicule avec la religion avait rendus sacrés... Personne, avant lui, n'avait connu la Philosophie expérimentale; et, de toutes les expériences qu'on a faites depuis, il n'y en a presque pas une qui ne soit indiquée dans son livre. Peu de temps après, la Physique expérimentale commença tout d'un coup à être cultivée à la fois dans presque toutes les parties de l'Europe. C'était un trésor caché dont Bacon s'était douté, et que tous les philosophes, encouragés par sa promesse, s'efforcèrent de déterrer.

D'Alembert (*Discours préliminaire de l'Encyclopédie*) : A considérer les vues saines et étendues de Bacon, la multitude d'objets sur lesquels son esprit s'est porté, la hardiesse de son style, qui réunit partout les plus sublimes images avec la précision la plus rigoureuse, on serait tenté de le regarder comme le plus grand, le plus universel et le plus éloquent des philosophes. Bacon, né dans le sein de la nuit la plus profonde, sentit que la

Philosophie n'était pas encore, quoique bien des gens sans doute se flattassent d'y exceller... Il commença donc par envisager d'une vue générale les divers objets de toutes les Sciences naturelles ; il partagea ces Sciences en différentes branches dont il fit l'énumération la plus exacte qui lui fut possible ; il examina ce que l'on savait déjà sur chacun de ces objets et fit le catalogue immense de ce qui restait à découvrir. C'est le but de son admirable ouvrage *De la dignité et de l'accroissement des connaissances humaines.* Dans son *Novum organum,* il perfectionne les vues qu'il avait données dans le premier ouvrage ; il les porte plus loin, et fait connaître la nécessité de la Physique expérimentale à laquelle on ne pensait point encore. Ennemi des systèmes, il n'envisage la Philosophie que comme cette partie de nos connaissances qui doit contribuer à nous rendre meilleurs ou plus heureux : il semble la borner à la science des choses utiles, et recommande partout l'étude de la nature. Ses autres écrits sont formés sur le même plan. Tout, jusqu'à leurs titres, y annonce l'homme de génie, l'esprit qui voit en grand. Il y recueille des faits, il y compare des expériences, il en indique un grand nombre à faire ; il invite les savants à étudier et à perfectionner les arts qu'il regarde comme la partie la plus relevée et la plus essentielle de la science humaine ; il expose avec une simplicité noble *ses conjectures et ses pensées* sur les différents objets dignes d'intéresser les hommes, et il eût pu dire, comme ce vieillard de Térence, que rien de ce qui touche à l'humanité ne lui était étranger. Science de la nature, morale, politique, économique, tout semble avoir été du ressort de cet esprit lumineux et profond, et on ne sait ce qu'on doit le plus admirer ou des richesses qu'il répand sur tous les sujets qu'il traite, ou de la dignité avec laquelle il en parle.

Reid : Après que les hommes eurent travaillé à la recherche de la vérité pendant deux mille ans avec l'aide du syllogisme, lord Bacon proposa la méthode de l'induction comme un instrument plus puissant. Son *Novum organum* peut être considéré comme une seconde grande ère dans le progrès de la raison humaine.

Laplace : Le chancelier Bacon a donné, pour la recherche de la vérité, le précepte et non l'exemple. Mais, en insistant avec toute la force de la raison et de l'éloquence sur la nécessité d'abandonner les subtilités insignifiantes de l'école pour se livrer aux opérations et aux expériences, et en indiquant la vraie méthode de s'élever aux causes générales des phénomènes, ce grand philosophe a contribué aux progrès immenses que l'esprit humain a réalisés dans le beau siècle où il a terminé sa carrière.

Les œuvres de Bacon, dont une partie seulement avaient été publiées de son vivant, n'ont été réunies qu'un siècle après sa mort. Les éditions les plus estimées qui en aient été faites sont : celle de 1730 (Londres, 4 vol. in-fol.); celle de 1740 (Londres, 4 vol. in-fol.); celle de 1765 (Londres, 5 vol. in-4°); enfin, celle de 1825-36 (Londres, 12 vol. in-8°), la plus complète de toutes, avec une traduction anglaise des œuvres latines et avec des éclaircissements de tout genre. M. Bouillet a donné une édition des *Œuvres philosophiques de Bacon* (3 vol. in-8°, Paris, 1834-35). C'est la première qui ait paru en France. Plusieurs des ouvrages de Bacon avaient été traduits, de son vivant même, en français ou en d'autres langues. A la fin du dernier siècle, Lasalle, aidé des secours du gouvernement, fit paraître, de l'an VIII à l'an XI (1800-1803), en 15 vol. in-8°, les *Œuvres de F. Bacon, chancelier d'Angleterre,* traduites en français, avec des notes critiques, historiques et littéraires.

DE LANSBERG OU LANSBERG DE MEULABEECKE.

(Né à Gand en 1561, mort en 1632.)

Fut élevé en Angleterre, où s'étaient réfugiés ses parents chassés des Pays-Bas par la persécution contre les protestants. Il rentra plus tard dans sa patrie, devint ministre à Anvers, mais dut quitter cette ville lorsqu'elle retomba au pouvoir de Philippe II. Il se réfugia alors en Zélande.

Il a publié un grand nombre d'ouvrages de Mathématiques et d'Astronomie, mais qui ne présentent pas un grand intérêt, excepté une *Trigonométrie* où l'on trouve quelques modes heureux de démonstration. Képler dit s'être servi avantageusement des tables trigonométriques de Lansberg.



ROMAIN (ADRIEN).

(Né à Louvain en 1561, mort à Mayence en 1615.)

Il professa à Louvain la Médecine et les Mathématiques et publia en 1609, sous le titre : *Adriani Romani canon triangulorum sphæricorum*, *brevissimus simul ac facillimus*, un traité où il se proposait de réduire le nombre énorme de cas que ses prédécesseurs avaient considérés. Il en distinguait toutefois encore dix-sept. Mais Viète venait, peu avant, d'effectuer la réduction totale.



LONGOMONTANUS (CHRISTIAN).

(Né dans le Jutland en 1564, mort à Copenhague en 1647.)

Fut élève de Tycho-Brahé, près de qui il passa huit années et qu'il aida dans la plupart de ses travaux, notamment pour la confection de son catalogue d'étoiles et pour sa théorie de la Lune.

A son retour dans sa patrie, il obtint la chaire de hautes Mathématiques à Copenhague. Son principal ouvrage est: *Astronomia Danica*, qui a eu trois éditions de 1622 à 1640. La théorie des planètes y est exposée dans les trois systèmes de Ptolémée, de Copernic et de Tycho. Celle de la Lune est conforme aux idées et aux découvertes de Tycho. Il admettait l'existence du mouvement diurne de la Terre, mais rejetait le mouvement de translation. Il a connu les découvertes de Képler, mais n'en a pas tenu compte. Halley le lui reproche avec raison; toutefois il est juste d'observer qu'avant Newton, le système tout géométrique de Képler n'avait pas encore reçu sa consécration définitive, et que Képler, dont au reste Longomontanus ne parle qu'avec la plus grande estime, avait publié bien des folies avant sa théorie de Mars.



GALILÉE.

(Né à Pise en 1564, mort à Arcetri, près de Florence, en 1642.)

Ses ancêtres avaient porté le nom de Bonajuti; l'un d'eux, Galileo Bonajuti, médecin distingué, devint gonfalonier de justice de la République de Florence; il se fit appeler *Galileo dei*

Galilei et ses descendants adoptèrent ce nouveau nom de famille. Galilée ne porta jamais que le nom de *Galileo Galilei.*

Son père et sa mère habitaient ordinairement Florence, mais c'est à Pise, où son père remplissait sans doute une mission temporaire, qu'il naquit, le 18 février 1564.

Son père, Vincenzo Galileo, était très versé dans les littératures grecque et latine, il savait un peu de Mathématiques et connaissait la théorie de la Musique, sur laquelle il a écrit des ouvrages estimés de son temps.

Vincenzo présida à l'instruction première de son fils et lui communiqua ses goûts pour la littérature et les Arts. Galilée dut une partie de ses succès à son talent d'écrivain et puisa, durant toute sa vie, de douces joies dans la culture de la Musique et de la Peinture, où il eût pu exceller, si son génie scientifique ne l'avait emporté vers de plus hautes destinées.

Quoique les ressources de Vincenzo fussent bien bornées, il se résolut néanmoins à tous les sacrifices pour donner à son fils aîné, Galilée, une éducation qui lui permît de se faire un nom et d'atteindre à une position d'où il pourrait venir en aide à ses deux frères et à ses trois sœurs. Son espoir fut exaucé, car Galilée fut pour eux une providence.

Galilée avait à peu près seize ans lorsque son père se décida à l'envoyer à l'Université de Pise, pour y suivre les cours de philosophie et aborder ensuite l'étude de la Médecine. On appelait alors *Philosophie* l'ensemble des Sciences physiques et naturelles, enseignées d'après Aristote, dans l'état à peu près où il les avait laissées. Non seulement Aristote n'avait pas toujours bien vu les faits qu'il avait décrits, mais de nouvelles observations en grand nombre avaient été recueillies depuis l'antiquité ; cependant les maîtres se

bornaient alors strictement à la doctrine péripatéticienne. Quant à la méthode, elle consistait à rechercher, dans des raisonnements abstraits, bâtis sur des hypothèses imaginées exprès, des démonstrations des faits, vrais ou faux, sans jamais recourir à l'expérience. Cette méthode a régné encore longtemps à peu près seule dans le domaine de la Physique. Ce sont les chimistes qui ont montré aux physiciens la marche à suivre dans l'étude de la nature.

Galilée paraît avoir, dès le principe, refusé toute confiance à ses maîtres; bientôt il en vint à les contredire.

Il avait à peine 19 ans lorsqu'il fit sa première grande découverte. Un jour, dans la cathédrale, ses yeux rêveurs se portèrent sur une lampe suspendue à la voûte, et à laquelle le sacristain, en l'allumant, venait de communiquer un mouvement oscillatoire. Galilée crut remarquer que les oscillations conservaient la même durée, bien que leur amplitude diminuât peu à peu; n'ayant pas d'autre chronomètre à sa disposition, il se servit des battements de son pouls, pour vérifier l'exactitude du fait. Cette observation paraît lui avoir inspiré dès lors l'idée d'appliquer le pendule à la mesure du temps; il y revint plusieurs fois dans la suite, mais ne put, je crois, la réaliser, n'ayant pas trouvé le moyen, imaginé seulement par Huyghens, de restituer sa vitesse au pendule, à mesure qu'elle se perdait.

Galilée commença vers cette époque ses études médicales, que son père le pressait d'aborder et auxquelles il lui recommandait de consacrer tous ses soins; mais, soit que ces nouvelles études ne satisfissent pas son esprit positif, soit qu'il lui répugnât de se destiner à la pratique d'un art où se mêlait alors nécessairement beaucoup de charlatanisme, il ne put prendre sur lui de satisfaire

complètement son père, et se trouva bientôt emporté dans une autre voie.

Il désirait beaucoup être initié aux Mathématiques et une circonstance fortuite lui en procura l'accès : la cour de Toscane se trouvant momentanément à Pise, Ricci, professeur de Mathématiques des pages, y donnait ses leçons de Géométrie. Galilée s'y introduisit et se fit remarquer du maître, qui lui conseilla la lecture méthodique des *Éléments* d'Euclide et l'aida à se les rendre familiers ; Ricci lui fit ensuite cadeau des œuvres d'Archimède que Galilée s'assimila avec la même facilité. Telle est, du moins, la version de Gherardini.

D'après Viviani, Ricci était lié avec le père de Galilée, dont il connaissait les intentions, et il n'aurait reçu qu'avec réserves les avances du fils. Mais, surpris des premiers succès obtenus par son élève, il en aurait informé Vincenzo, qui aurait répondu en priant son ami Ricci de cesser ses leçons. Galilée aurait alors poursuivi seul la lecture d'Euclide et se le serait si bien assimilé que Ricci aurait cru devoir intervenir de nouveau près de Vincenzo, pour obtenir pour son fils la liberté de se livrer entièrement à ses goûts, ce qui aurait été accordé.

On croit que c'est la lecture du *Traité des corps portés sur un fluide* qui inspira à Galilée l'idée de la *balance hydrostatique*, dont il enseigna l'usage, pour la détermination des densités, dans un ouvrage qui ne fut publié que beaucoup plus tard, mais dont il communiqua des copies à diverses personnes, entre autres à Guido Ubaldi del Monte (M. Favaro écrit Guidobaldo) [1].

Guido Ubaldi, frappé du mérite de cet ouvrage, se déclara le

[1] *Galileo Galilei e lo studio di Padova*. Firenze, 1883, 2 vol. in-8.

protecteur de Galilée, qu'il présenta aussitôt à son frère, le cardinal del Monte.

Celui-ci s'empressa de recommander le jeune physicien à Ferdinand de Médicis, grand-duc régnant de Toscane, et Galilée obtint en 1589, à l'âge de vingt-cinq ans, la chaire de Mathématiques à l'Université de Pise, où il était, pour ainsi dire, encore étudiant, n'ayant pu, faute d'argent, se faire recevoir docteur.

Le cardinal del Monte ne cessa depuis lors de lui donner les témoignages de la plus vive affection et d'un entier dévouement.

Le traitement attaché à la chaire de Mathématiques était bien inférieur à celui que recevaient les autres professeurs de la même Université; il ne se montait qu'à soixante écus, à peu près un franc par jour; mais Galilée n'hésita pas à accepter, comptant que son titre de professeur ne manquerait pas de lui attirer des élèves.

Il se fit bientôt remarquer par les tendances pratiques de son esprit et par son éloignement pour les vagues dissertations qui tenaient alors lieu de preuves, aux faits même les plus imaginaires. Il rejeta hautement toutes les autorités autres que l'expérience.

Les lois du mouvement des corps soumis à l'action de la pesanteur furent l'objet de ses premières recherches; il démontra par des expériences publiques, faites du haut de la tour penchée, les erreurs énormes de la doctrine enseignée avant lui, et formula les lois vraies de la chute des graves. Ces découvertes étaient expliquées par le professeur, dans ses cours, et devenaient ainsi publiques, mais Galilée ne publia ses théories mécaniques que sur la fin de sa vie, en 1638, dans les *Discorsi Mathematiche*

intorno a due nuove Scienze, imprimés à Leyde par les Elzeviers. Galilée a fait connaître la plupart de ses découvertes, avec le même abandon; aussi a-t-il été exposé aux tentatives de corsaires qui osaient ensuite l'accuser de plagiat.

Ses expériences publiques sur la chute des corps, faites devant ses collègues à l'Université, qui enseignaient par exemple qu'un corps dix fois plus lourd doit, dans le même temps, parcourir un chemin dix fois plus grand, lui avaient fait de ses anciens maîtres des ennemis irréconconciliables; la franchise que montra Galilée envers un fils naturel de Côme Ier, qui avait soumis à son examen un projet ridicule de machine à draguer, acheva de lui rendre intenable sa position à l'Université de Pise. Au moment d'être congédié, Galilée se retira à Florence. Heureusement la chaire de Mathématiques se trouvait vacante à l'Université de Padoue. Galilée se rendit à Venise pour chercher à s'y faire nommer. Le marquis del Monte s'entremit pour la lui faire obtenir et y réussit. Le doge de Venise, en notifiant sa nomination à ses futurs collègues, leur écrivait : « Par la mort du professeur Moleti, la chaire de Mathématiques, à l'Université, est demeurée longtemps vacante. Connaissant toute l'importance de ces études et leur utilité pour les Sciences principales, nous avons différé la nomination, faute d'un sujet suffisamment méritant. Aujourd'hui se présente le sieur Galilée, qui professe à Pise avec grand succès et qui est justement regardé comme le plus habile en ces matières. Nous l'avons chargé, en conséquence, de la chaire de Mathématiques pour quatre années, avec les appointements de 180 florins. »

Galilée prit possession de sa nouvelle chaire au mois de septembre 1592.

La République de Venise était depuis quelques années en disputes continuelles avec le pape, elle venait d'interdire aux Jésuites l'enseignement des Sciences sur son territoire et se disposait à les en expulser tout à fait; enfin ses conseils étaient dirigés par des amis dévoués de notre philosophe, Fra Paolo Sarpi qui, bien que procureur général de son ordre, les Servites, avait épousé la cause de Venise contre le pape, et Sagredo qui devint doge plus tard. Galilée était donc assuré de trouver à Padoue une entière indépendance et une considération méritée.

Il débuta par l'invention du *compas de proportion,* qui accrut encore sa renommée : d'après Montferrier, l'instrument imaginé par Galilée ne différerait du compas de proportion dont on se sert aujourd'hui, qu'en ce que, pour s'en servir, il faudrait employer un compas à pointes, tout à fait indépendant : le compas de Galilée se composerait de deux branches pouvant s'écarter l'une de l'autre comme celles d'un compas ordinaire, et le long desquelles seraient tracées deux droites concourant au centre de l'axe de rotation relative de l'une des branches par rapport à l'autre. Ces deux droites étant divisées en parties égales comptées à partir de leur point de concours, si l'on voulait obtenir une partie aliquote donnée, $\frac{1}{7}$ par exemple, d'une longueur donnée, on comprendrait cette longueur entre les pointes d'un compas ordinaire; on écarterait les branches du compas de proportion de façon que les pointes du compas ordinaire pussent tomber exactement sur les numéros 7 des deux lignes divisées; ensuite on prendrait, avec le compas ordinaire, la distance des deux points situés aux numéros 1 sur les deux mêmes lignes. C'est en raison de cette disposition que Galilée aurait donné à son instrument le nom de compas de proportion.

Mais les deux branches de ce compas portaient plusieurs autres échelles pouvant servir à mesurer en degrés les angles tracés sur le papier, à diviser un angle ou un arc en parties égales, à inscrire dans le cercle les polygones réguliers des différents nombres successifs de côtés, à construire les côtés d'un polygone semblable à un polygone donné, dont l'aire dût avoir un rapport donné avec celle de ce polygone donné, ou les côtés d'un polyèdre semblable à un polyèdre donné, dont le volume dût avoir un rapport donné avec le volume de ce polyèdre donné, etc.

Galilée imagina bientôt après le premier thermomètre. Cet instrument, encore bien imparfait, et auquel d'ailleurs Galilée n'adapta aucune graduation, se composait d'un récipient sphérique surmonté d'un long tube d'un petit calibre; en chauffant légèrement la boule et plongeant aussitôt dans l'eau l'extrémité du tube, on introduisait dans ce tube une petite colonne d'eau qui s'y arrêtait à une certaine hauteur. La petite colonne descendait ou montait dans le tube lorsque la température de la boule s'élevait ou s'abaissait. Cet instrument excita l'admiration de Sarpi et de Sagredo qui tous deux s'occupaient de Sciences. Sagredo en construisit d'autres sur le même modèle et gradua l'un d'eux, pour son usage, mais entre des limites non définies.

Il est présumable que la simplicité du système astronomique de Copernic avait de bonne heure séduit Galilée. Il écrivait en effet, en 1597, à Képler, qui lui avait adressé son *Mystère cosmographique* : « Je vous lirai d'autant plus volontiers que, depuis plusieurs années, je me suis converti aux opinions de Copernic, dont la théorie m'a fait comprendre bien des phénomènes qui, dans l'hypothèse contraire, sont tout à fait inexplicables, » mais il ne s'était pas prononcé à Pise, il en donne les

raisons dans la même lettre : « J'ai réuni un grand nombre d'arguments pour réfuter les opinions opposées, mais je n'ai pas encore osé les publier dans la crainte d'éprouver le même sort que notre maître Copernic, qui, malgré la gloire immortelle qu'il a acquise dans l'esprit d'un petit nombre de personnes, n'en est pas moins, aux yeux de la grande majorité, un objet de sarcasme et de risée. S'il y avait beaucoup d'hommes de votre mérite, je me hasarderais à publier mes conceptions. Mais, puisqu'il n'en est pas ainsi, je prendrai mon temps pour le faire. » Il devait bientôt apporter à l'appui du nouveau système, non plus des arguments mais des preuves directes et convaincantes.

Il construisit en 1609, sur des indications venues de Hollande, mais d'après une théorie en règle, un télescope d'un fort grossissement (trente fois) à l'aide duquel il allait renouveler l'Astronomie et résoudre enfin, au moyen de l'observation des variations des diamètres apparents des planètes, le problème de leurs distances mutuelles, que Copernic n'avait pu aborder qu'intuitivement.

Cette lunette était formée de deux verres, l'un, l'objectif, convexe-plan, et l'autre, l'oculaire, plan-concave; Galilée les plaçait, comme cela doit être, à une distance égale à la différence de leurs longueurs focales, déterminées avec soin par l'expérience. On sait que, dans cette sorte de lunettes, les images sont droites, condition que Galilée s'était sans doute imposée à l'avance et qui déterminait la combinaison des verres à employer.

Aussitôt en possession de sa lunette, dont il avait lui-même façonné les verres, Galilée la dirigea vers le Ciel et en quelques mois il reconnut que la Lune nous présente toujours la même face, sauf de petites librations qu'il signala (mais qu'il attribuait exclusivement à la variation de la distance qui séparait l'obser-

vateur de la ligne des centres de la Terre et de la Lune); et que sa surface, dont l'aspect, dit-il, est analogue à celui de la Bohême, (*Consimilis Boemiæ*) présente de hautes montagnes qu'il enseigna à mesurer; il découvrit les quatre premiers satellites de Jupiter, dont il détermina les révolutions et dont il eut dès lors l'idée de faire servir les éclipses à la détermination des longitudes en mer, projet qu'il communiqua, sans succès d'ailleurs, à l'Espagne d'abord et ensuite à la Hollande. Il découvrit l'anneau de Saturne et observa les taches du Soleil, du mouvement desquelles il conclut la durée de la révolution de l'astre sur lui-même; enfin il observa les phases de Vénus et de Mars, et constata les variations du diamètre apparent de cette dernière planète.

Ces brillantes découvertes, publiées en partie par Galilée dans son *Nuntius sidereus*, excitèrent d'abord beaucoup d'incrédulité, mais bientôt après un enthousiasme universel, non seulement à Venise, où les sénateurs se réunissaient pour jouir par eux-mêmes de la vue d'un spectacle si nouveau, et des explications qu'y ajoutait Galilée, mais encore dans toute l'Europe, où, de toutes parts, on demandait à Galilée des télescopes de son invention, ceux qu'on fabriquait sans méthode en Hollande ne donnant encore qu'un grossissement insuffisant pour vérifier ses découvertes.

Galilée avait donné le nom d'*astres de Médicis* aux satellites de Jupiter. Henri IV avait droit, par sa femme, à la jouissance de la moitié au moins de l'une de ces lunes, mais il désirait avoir un astre pour lui tout seul. Il chargea son ambassadeur près la République de Venise de prier Galilée de lui en découvrir un, qui porterait son nom, pas celui de *Bourbon*, mais celui de *Henri*. « Vous aurez ainsi, disait-on à Galilée, l'occasion de

faire une chose juste et bienséante, et vous vous rendrez en même temps, vous et votre famille, riches et puissants à jamais. »

Le Sénat de Venise avait demandé à Galilée de lui faire hommage de son télescope; il porta, en récompense, à mille florins le traitement du professeur et le confirma à vie dans la possession de sa chaire. D'après M. Favaro, le Sénat de Venise, croyant l'invention nouvelle, aurait eu l'idée de la tenir secrète, et de s'en servir pour assurer un avantage considérable à la marine de la République. Je ne suis pas en mesure de vérifier cette assertion, qui ne me paraît pas certaine.

Arrivé au faîte de la gloire, Galilée jouissait en paix à Padoue du fruit de ses travaux et était entouré d'amis puissants, désintéressés et soucieux de son honneur et de sa gloire. Tous ses biographes ont regretté pour lui qu'il n'ait pas eu le bon esprit de se renfermer dans son bonheur. On a peut être trop oublié que les grands hommes sont, qu'ils le veuillent ou non, les prisonniers de leur mission. Archimède s'est-il sauvé de Syracuse au moment de l'arrivée des Romains? Non; il a vu, dans la destruction de l'armée de Marcellus, un intéressant problème à résoudre. Qu'importaient à Platon, au milieu des amis qui peuplaient son Académie, les procédés de gouvernement de Denys? Était-il raisonnable d'aller exposer sa liberté pour catéchiser cette brute? Platon allait chercher en Sicile la mesure du pouvoir de la raison, de l'éloquence et de la vertu.

Galilée, en 1610, était définitivement armé pour la lutte; pourquoi aurait-il fui la bataille? Il n'avait même pas encore osé prendre parti pour Copernic; et les partisans d'Aristote restaient tout puissants malgré les humiliations dont il les avait abreuvés.

D'ailleurs ce n'était pas à Venise, où il n'avait que des amis, ni à plus forte raison en Allemagne, qu'il s'agissait de porter la guerre. C'était à Rome. Galilée y était si invinciblement attiré qu'il ne manquait jamais de s'y rendre durant ses vacances académiques; il y portait ses instruments et passait ses jours et ses nuits à montrer aux cardinaux les merveilles qu'il avait découvertes. L'Église avait tout entre ses mains à cette époque, c'était donc l'Église qu'il fallait amener aux idées nouvelles.

En résumé Galilée ne se croyait pas le droit de fuir la lutte, et il la voulait glorieuse. Au reste il avait aussi des amis dans le Sacré-Collège et ils l'aideraient à se défendre.

Les représentations affectueuses que lui firent ses amis de Venise, leur douleur de le perdre, l'appréhension des dangers auxquels il allait s'exposer, tout échoua devant une détermination prise ([1]).

Au reste, le grand-duc de Toscane le pressait depuis quelque temps avec instances de rentrer à Florence et lui avait fait faire les plus belles promesses. Galilée avait modestement répondu :

« Après avoir employé vingt années, les meilleures de ma vie, à mettre au service de quiconque s'adressait à moi les faibles talents que Dieu a bien voulu accorder à mon application et à mon assiduité dans la profession que j'ai embrassée, l'objet de

([1]) D'après M. Favaro, les mobiles qui dirigèrent Galilée n'auraient pas été aussi élevés que je l'ai supposé : son but aurait été d'acquérir je ne sais quelle importance dans les conseils de l'Église. M. Favaro a consacré à la biographie de Galilée deux forts volumes où il a rassemblé relativement à ce grand homme une foule de documents nouveaux qui le présentent sous un jour un peu différent de celui qui résultait de la tradition. Mais nous n'avons pas suffisamment étudié les questions qu'il soulève pour pouvoir nous prononcer. Notre plan, d'ailleurs, ne nous permettrait pas d'entrer, sur de tels sujets, dans des détails trop circonstanciés.

mes vœux serait d'obtenir le repos et la liberté qui me sont nécessaires pour terminer et publier, avant que le tombeau s'ouvre devant moi, trois grands ouvrages que j'ai en portefeuille....

« Ma rétribution annuelle est de 520 florins que je suis presque sûr de voir porter au double, lors de ma réélection ([1]), et, en recevant des élèves chez moi, je puis augmenter tant que je le veux ces avantages pécuniaires. Mais, les leçons particulières étant un grand obstacle à mes travaux, je désirerais, si je dois retourner dans mon pays natal, que la première mesure de Son Altesse Royale fût de m'accorder le loisir dont j'ai besoin pour terminer mes ouvrages, sans être obligé de m'occuper de leçons..... Je ne dis rien du chiffre de mes appointements, convaincu que ces appointements devant suffire à mon existence, la gracieuse bienveillance de Son Altesse ne souffrirait pas que je fusse privé d'aucune de ces douceurs qui constituent le bien-être, et dont, au reste, je sais mieux que personne me passer; par conséquent je m'abstiendrai d'ajouter là-dessus un mot de plus. Quant au titre qui me sera donné, mon désir serait qu'à la qualification de *son mathématicien*, Son Altesse daignât ajouter celle de *son philosophe*, car je me flatte d'avoir consacré plus d'années à l'étude de la Philosophie que de mois à celle des Mathématiques pures. »

Toutes ces conditions avaient été acceptées, comme le prouve la lettre suivante que Galilée écrivait à Képler au moment de se rendre à Florence :

« Je vous remercie d'abord, mon cher Képler, de ce que vous avez eu une pleine et entière confiance en mes assertions. (Il s'agit

([1]) On voit par cette phrase que la négociation avait lieu avant le décret qui augmentait ses appointements et le nommait à vie.

des faits annoncés dans le *Nuntius Sidereus.*) Vous me dites que vous avez quelques télescopes, mais qu'il ne sont pas assez bons pour grossir suffisamment les objets éloignés, et qu'il vous tarde de voir le mien, qui porte le grossissement jusqu'à mille fois. (Galilée veut dire 1000 fois en surface, environ 31 fois en longueur.) Il n'est plus à moi, car le grand-duc de Toscane me l'a demandé, et il se propose de le placer dans son musée, parmi les curiosités les plus rares et les plus précieuses, comme un souvenir éternel de l'invention. Je n'en ai pas fait d'autre d'un égal mérite, car le travail mécanique est très considérable. J'ai néanmoins imaginé quelques instruments que je m'occupe à façonner et à polir; mais je ne veux pas les construire ici, attendu qu'il ne me serait pas commode de les transporter à Florence, où je ferai désormais mon séjour.

« Vous me demandez, mon cher Képler, d'autres témoignages; je vous citerai en premier lieu le grand-duc, qui, après avoir observé les planètes de Médicis à plusieurs reprises, en ma présence, à Pise, pendant les derniers mois, me fit présent, à mon départ, d'une valeur de plus de mille florins, et qui vient de m'inviter à m'attacher à lui. Il m'accorde, avec le titre de philosophe et de premier mathématicien de Son Altesse, le traitement annuel de mille florins et la libre disposition de tout mon temps, sans être astreint à aucun travail obligatoire, sans avoir aucune fonction à remplir.

« Cette liberté me met en état de compléter mon *Traité de Mécanique,* qui contiendra la démonstration géométrique d'un grand nombre d'admirables propositions.

« Le second témoignage que je produis, c'est moi-même, qui, bien que déjà pourvu au collège de Padoue de la noble rétribution

de mille florins, que nul professeur de Mathématiques n'a jamais reçue, et dont je pourrais jouir toute ma vie quand bien même mes planètes viendraient à disparaître, et que ma découverte n'eût été qu'une erreur, eh bien! je puis renoncer à ces avantages et je suis prêt à subir comme châtiment le déshonneur et l'indigence s'il pouvait être démontré que je me fusse trompé. »

Galilée quitta Padoue vers le milieu de septembre 1610.

C'est à Florence qu'il observa les phases de Vénus et les variations du diamètre apparent de Mars; un peu plus tard, en 1612, il construisit le premier microscope.

Nous avons dit que plusieurs fois déjà Galilée était allé à Rome pour y entretenir de ses découvertes astronomiques différents princes de l'Église, entre autres le cardinal Bellarmin et le cardinal Barberini qui fut peu après élevé au Pontificat, sous le nom d'Urbain VIII, et qui était depuis longtemps l'ami de notre philosophe.

Sans s'être expressément prononcé pour le système de Copernic, Galilée, dans ses écrits et dans ses conversations, supposait implicitement le mouvement de la Terre. Mais les chefs de l'Église n'avaient pas même encore songé à condamner cette doctrine, qui leur paraissait libre et entièrement étrangère à la religion. Ce sont les professeurs entichés de péripatétisme et les Jésuites beaux esprits, dont Galilée avait relevé les bévues, qui soulevèrent la question, excitèrent contre les novateurs les moines des différents ordres, principalement les dominicains, et obligèrent la Cour pontificale à s'émouvoir. Ce n'est que pour obéir aux criailleries de la plèbe monacale que l'Église se compromit dans ce grand procès. Cela est si vrai que le cardinal Bellarmin, que tout ce tapage troublait et qui voulait avoir la conscience en repos,

consulta de bonne foi quatre Jésuites instruits, dont était l'astronome Clavius, et que leur réponse fut qu'il n'y avait pas lieu de repousser les nouvelles doctrines.

On ne pouvait pas mettre Galilée directement en cause, puisqu'il n'avait pas encore pris parti, mais on pouvait l'atteindre indirectement et en même temps le réduire, pour la suite, au silence, en condamnant la doctrine et les ouvrages de Copernic. C'est ce dont on s'occupa d'abord.

Le 5 mars 1616, la Congrégation de l'Index suspendit le livre de Copernic, *jusqu'à ce qu'il fût corrigé*, et prohiba en général tous les ouvrages où le mouvement de la Terre serait soutenu.

Les ennemis de Galilée s'en targuèrent aussitôt pour publier partout qu'il avait été condamné et obligé d'abjurer. Sa présence à Rome à ce moment en était donnée en preuve.

Les instances de ses amis et surtout du grand-duc le rappelèrent à Florence, mais, avant de partir, il s'était fait donner par le cardinal Bellarmin un certificat où il était dit qu'il n'avait été condamné en aucune manière et qu'on lui avait simplement notifié la déclaration de la Congrégation de l'Index, par laquelle l'opinion du mouvement de la Terre était condamnée comme contraire à l'Écriture Sainte, et qui interdisait de la soutenir.

Ce bon billet, bien entendu, ne ferma la bouche à personne et les violentes dénonciations en chaire, les libelles diffamatoires continuèrent à pleuvoir sur notre philosophe.

La patience, pourtant, ne lui échappa pas encore; il se contenta de fustiger, dans son *Saggiatore*, un Jésuite qui l'avait attaqué à propos d'opinions qu'il avait émises en 1618 sur la nature des comètes.

Cet ouvrage fut publié en 1623 sous les auspices de l'Académie

des Lincei et dédié par eux à Urbain VIII, qui venait d'être élu pape. Galilée s'empressa d'aller féliciter son ancien ami et fut parfaitement reçu. Le Pape lui fit des présents et lui remit pour le grand-duc un bref contenant de grands éloges de son mathématicien.

Galilée l'emportait donc sur ses ennemis.

A son retour à Florence, il crut pouvoir sans danger prendre en public la défense du système de Copernic. Il prépara dans cette vue son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde.* Deux de ses amis, Salviati, noble Florentin, et Sagredo, dont nous avons déjà parlé, y faisaient valoir avec tout le talent et l'esprit qu'avait pu leur prêter Galilée, les meilleures raisons en faveur du système de Copernic; un bêta auquel Galilée donnait le nom de *Simplicius* répondait à ses deux interlocuteurs et reproduisait, dans leur style, les objections des péripatéticiens, des Jésuites et des moines qui avaient attaqué Galilée. Toutefois, après avoir culbuté ces objections, Salviati et Sagredo s'inclinaient devant l'autorité de la chose jugée.

L'avertissement au lecteur était ainsi conçu :

« On a promulgué à Rome, il y a quelques années, un édit salutaire où, pour obvier aux scandales dangereux de notre siècle, on imposait silence à l'opinion pythagoricienne du mouvement de la Terre. Il y eut des gens qui avancèrent avec témérité que ce décret n'avait pas été le résultat d'un examen judicieux, mais d'une passion mal informée; et l'on a entendu dire que des conseillers tout à fait inexperts dans les observations astronomiques ne devaient pas, par une prohibition précipitée, couper les ailes aux esprits spéculatifs. Mon zèle n'a pas pu se taire en entendant de telles plaintes. J'ai résolu, comme pleine-

ment instruit de cette prudente détermination, de paraître publiquement sur le théâtre du monde pour rendre témoignage à la vérité. J'étais alors à Rome, où je fus entendu et même applaudi par les plus éminents prélats : ce décret ne parut pas sans que j'en fusse informé. Mon dessein, dans cet ouvrage, est de montrer aux nations étrangères que sur cette matière on en sait, en Italie, et particulièrement à Rome, autant qu'il a été possible d'en imaginer ailleurs. En réunissant mes spéculations sur le système de Copernic, je veux faire savoir qu'elles étaient toutes connues avant la condamnation, et que l'on doit à cette contrée, non seulement des dogmes pour le salut de l'âme, mais encore des découvertes ingénieuses pour les délices de l'esprit. »

Galilée poussa la malice jusqu'à aller à Rome solliciter l'autorisation d'imprimer son livre, et les Censeurs donnèrent bonnement leur approbation et la permission demandée, après avoir corrigé le texte en quelques endroits, ce qui constituait à Galilée une sorte de certificat d'orthodoxie pour le reste. Ce dialogue parut à Florence en 1632, après avoir été de nouveau approuvé par l'inquisiteur général de Florence.

Cet ouvrage, où les vieux systèmes de philosophie n'étaient pas mieux traités que le système de Ptolémée, et où Galilée avait répandu à profusion une foule d'idées neuves sur toutes sortes de sujets, produisit en Europe une immense sensation. De toutes parts arrivèrent à Galilée des félicitations chaleureuses. Mais aussi la rage des gens dont il s'était si cruellement moqué ne connut plus de bornes. Il faut convenir qu'ils eurent un éclair de génie : ils n'hésitèrent pas, malgré l'impertinence de l'hypothèse, à faire entendre à Urbain VIII que Simplicius c'était lui,

et malheureusement ils y réussirent à peu près. Nous disons à peu près parce que, tout en abandonnant son ancien ami à l'Inquisition, Urbain VIII ne laissa cependant pas aller trop loin le zèle du Saint-Office. Il est présumable qu'il permit seulement qu'on fît à Galilée une peur horrible, que peut-être, au reste, il n'éprouva pas.

Urbain VIII commença par nommer, pour examiner l'affaire, une commission composée, cela ne pouvait guère être autrement, d'ennemis de Galilée; puis, malgré les représentations du grand-duc, qui remarquait que le seul crime de l'accusé était d'avoir publié un ouvrage approuvé par l'Inquisition, il exigea que le vieux philosophe se mît incontinent en route pour venir comparaître à Rome.

Galilée y arriva le 13 février 1633 et descendit d'abord chez Nicolini, l'ambassadeur du grand-duc. Mais, au mois d'avril, il lui fut ordonné de se rendre dans les prisons de l'Inquisition où il resta 15 jours, au bout desquels il put retourner chez son ami. Le 20 juin il fut ramené devant le tribunal du Saint-Office, pour y entendre son arrêt.

Le cérémonial avait été réglé à l'avance. L'illustre vieillard se mit à genoux devant ses juges. Les mains placées sur l'Évangile, et le front incliné, il prononça les paroles suivantes : « Moi, Galileo-Galilei, Florentin, âgé de soixante-dix ans, constitué personnellement en jugement, et agenouillé devant vous, éminentissimes et révérendissimes cardinaux de la république universelle chrétienne, inquisiteurs généraux contre la malice hérétique, ayant devant les yeux les saints et sacrés Évangiles, que je touche de mes propres mains, je jure que j'ai toujours cru, que je crois maintenant et que, Dieu aidant, je croirai à l'avenir

tout ce que tient, prêche et enseigne la sainte Église catholique, apostolique et romaine... J'ai été jugé véhémentement suspect d'hérésie pour avoir soutenu et cru que le Soleil était le centre du monde et immobile, et que la Terre n'était pas le centre et qu'elle se mouvait. C'est pourquoi, voulant effacer des esprits de vos éminences et de tout chrétien catholique cette suspicion véhémente, conçue contre moi avec raison, d'un cœur sincère et d'une foi non feinte, j'abjure, maudis et déteste les susdites erreurs et hérésies, et généralement toute autre erreur, etc. »

La tradition veut qu'en se relevant Galilée ait frappé du pied la terre et se soit écrié : *E pur si muove !* (Elle tourne pourtant !) S'il prononça ce mot, ce ne fut sans doute que bien bas, car il avait devant lui des ennemis trop acharnés à sa perte pour le lui pardonner.

On ne rendit pas entièrement à Galilée l'usage de sa liberté ; on l'interna dans le palais de l'archevêque de Sienne. Sa demi-captivité cessa, il est vrai, au mois de décembre suivant, mais on le maintint toujours sous la surveillance de l'Inquisition.

Ses dernières années furent éprouvées par de nouveaux malheurs. Il perdit en 1634 une de ses filles et devint aveugle en 1637. Il mourut à Arcetri, près de Florence, le 8 janvier 1642 (nouveau style), à l'âge de soixante-dix-huit ans.

Les principaux ouvrages scientifiques de Galilée sont : *Le operazioni del compasso geometrico militare di Galileo-Galilei, nobil Fiorentino* (1606), où il expose la théorie du compas de proportion, qu'il venait d'imaginer ; *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua et che in quella si muovono*, où il traite, d'après le principe d'Archimède, de l'équilibre des corps

flottants ; *Trattato della scienza mecanica e della utilita che si traggono dagli istromenti di quella*, ouvrage élémentaire ; *Sidereus nuncius, magna longeque admirabilia spectacula prodens, etc.* (1610), où on lit que sa lunette grossissait trente fois, qu'elle lui a montré les inégalités de la surface lunaire, qu'elle lui a appris des choses nouvelles sur les nébuleuses et la Voie lactée, enfin, qu'elle lui a fait découvrir les quatre lunes de Jupiter. Galilée y annonce que la surface de la Lune offre des montagnes, des cavités, des taches plus ou moins lumineuses ; il indique le moyen, encore employé aujourd'hui, d'obtenir la hauteur des montagnes de la Lune, en mesurant les distances de leurs sommets à la ligne de séparation d'ombre et de lumière, au moment où les rayons lumineux ne parviennent plus qu'à ces sommets ; il estime que les montagnes de la Lune ont jusqu'à 4 milles italiques de hauteur ; il se prononce en faveur de l'explication, effectivement juste, qu'avait donnée Léonard de Vinci, de la lumière cendrée. Il décrit ensuite les observations répétées qu'il a faites de petites étoiles voisines de Jupiter, dont les mouvements autour de cette planète l'amènent à conclure que c'en sont des satellites. Son ouvrage se termine par l'anagramme d'une annonce de la découverte de l'anneau de Saturne, ou plutôt du corps qui accompagne cette planète, car Galilée ne savait pas que cet appendice eût la forme d'un anneau : *Altissimum planetam tergeminum observavi.* Presque immédiatement après la publication de cet ouvrage, Galilée découvrait les phases de Vénus et démontrait ainsi que les planètes ne reçoivent leur éclat que de la lumière du Soleil ; il publiait peu de temps après : *Storia e dimostrazioni intorno alle macchie solari et loro accidenti, dal signor Galileo-Galilei* (1613), où il expose ses obser-

vations des taches du Soleil et se plaint amèrement du jésuite hollandais Scheiner, qui, sous le nom d'Apelle, s'était approprié sa découverte. Heureusement, des lettres de Galilée antérieures à la publication de l'ouvrage de Scheiner lui assuraient la gloire de ses observations. Dans l'une d'elles, du 14 août 1612, il annonçait que les taches sont à la surface du Soleil, qu'elles durent plus ou moins (de deux à quarante jours), que les figures en sont irrégulières et changeantes ; qu'on en voit qui se séparent et d'autres qui se réunissent au milieu même du disque ; qu'outre ces variations et ces mouvements particuliers, elles ont un mouvement commun qui leur fait décrire des lignes parallèles. Galilée conclut de ce mouvement général que le Soleil est sphérique et qu'il tourne sur lui-même d'Occident en Orient, comme les planètes, etc.

Dans *Il saggiatore nel quale con bilancia esquisita e giusta si ponderano le cose contenute nella libra astronomica e filosofica di Lotario Sarsi, etc.* (1623), Galilée se plaint amèrement des attaques dont il a été l'objet et du tort que lui ont fait des plagiaires. Il revient sur la construction de sa lunette et se lance ensuite dans de longues dissertations sur la nature des comètes.

Son dernier ouvrage, auquel il mit la dernière main après son procès, est intitulé : *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due scienze attenenti alla mecanica et i movimenti locali* (1638). C'est dans ce mémorable ouvrage que Galilée a consigné les belles découvertes qui ont donné naissance à la Dynamique moderne, et qui constituent son titre le plus important à la reconnaissance de la postérité. La découverte du principe de l'indépendance de l'effet d'une force et du mouvement antérieu-

rement acquis par le mobile auquel elle s'applique, était le premier pas à faire dans l'étude du mouvement considéré par rapport à ses causes, et ce premier pas était attendu depuis Archimède. Ce principe entrevu par Galilée est un secret arraché à la nature par de longues et puissantes méditations, aidées du vrai génie ; l'essor instantané qu'il communiqua à tous les esprits fut tel, que la Dynamique, dont il n'existait pas de traces avant Galilée, se constitua, pour ainsi dire d'elle-même, aussitôt après lui. On attribue souvent à Galilée l'établissement du théorème fondamental de la Dynamique : qu'une force constante de grandeur et de direction imprime au corps auquel elle est appliquée un mouvement uniformément varié. On verra que cette croyance n'est fondée que sur une interprétation beaucoup trop large des théories de l'auteur, qui, non seulement, n'avait encore aucune idée bien nette de ce que nous appelons aujourd'hui une force, mais qui même ne voyait dans la pesanteur qu'une cause générale, et d'ailleurs fort vague, de mouvement. Toutefois on doit convenir qu'il restait en effet peu de chose à ajouter à la théorie de Galilée, lorsque Huyghens en tira le théorème dont il s'agit.

On ne doit pas seulement à Galilée ses immortels ouvrages : son amour pour la Science se trahissait par une activité infatigable à lui chercher de nouveaux adeptes, à répandre le plus possible les lumières, à exciter partout l'enthousiasme scientifique et l'ardeur dans les recherches. Il correspondait avec toute l'Europe, gourmandant la paresse des uns, stimulant l'activité des autres, aidant chacun de ses conseils et donnant aux plus méritants l'appui de son approbation. C'est le Voltaire scientifique de son siècle ; il en eut les grâces, la hardiesse prudente, l'universalité et la fécondité. Toutefois, les sentiments affectueux

étaient plus puissants en lui : il se fit des enfants de ses disciples Viviani et Torricelli.

On raconte qu'un jour, des fontainiers de Florence, qui avaient voulu élever l'eau plus haut que ne le permet la pression atmosphérique, n'y pouvant parvenir, vinrent le consulter pour savoir par quels motifs les pistons de leurs pompes refusaient le service à une certaine hauteur. « La nature, disaient-ils, a cependant horreur du vide. — Eh oui ! leur répondit en riant Galilée, mais elle n'a, paraît-il, horreur du vide que jusqu'à 33 pieds. » Il légua à Torricelli le soin de résoudre la question. Ce fut l'origine de la découverte de la pression atmosphérique et de l'invention du baromètre.

On a accusé Galilée d'avoir méconnu le grand Képler; les citations que nous avons faites montrent que c'était à tort.



Il nous reste à donner une analyse des *Discorsi e dimostrazioni mathematiche intorno a due nuove scienze*, qui, en réalité, sont peu connus.

L'ouvrage est disposé en forme de dialogue ; les interlocuteurs sont, comme dans le *Saggiatore*, Salviati, Sagredo et Simplicio et leurs rôles restent les mêmes : Simplicio est chargé de faire les objections plus ou moins insensées que Galilée prévoit contre ses idées; Salviati et Sagredo ont la double mission d'expliquer la théorie et de répondre poliment à Simplicio qui, à bout d'arguments, finit toujours par convenir qu'il comprend parfaitement.

Le *Scenario* comprend quatre journées, dont les deux premières sont employées à traiter de la cohésion dans les solides,

de leur résistance à la rupture ou à la flexion, de l'élasticité et des vibrations sonores; et les deux dernières du mouvement uniforme, du mouvement uniformément varié et du mouvement parabolique qui résulte de la composition des deux. L'ouvrage est terminé par un appendice qui n'est que la reproduction d'un opuscule sur les centres de gravité, écrit par Galilée dans sa jeunesse, et qui comprend la détermination des centres de gravité de la pyramide, du cône et du conoïde parabolique; nous n'avons rien à dire de cet appendice, les questions qui y sont traitées ayant déjà été résolues antérieurement, comme nous l'avons dit, par Maurolycus, Commandin et Léonard de Vinci.

La facture des deux parties de l'ouvrage principal n'est pas la même : dans la première partie, où les questions posées ne comportent pas encore de solutions bien certaines, l'exposition des théories est entièrement abandonnée à Salviati et à Sagredo. Dans la seconde, les trois interlocuteurs sont censés lire un texte magistral, de Galilée, écrit en latin, et ils le commentent en italien. La partie didactique, en latin, ne contient que des propositions absolument incontestables; quand les preuves ne sont plus assez certaines, ou que la théorie présente quelques lacunes, qu'il faut combler par des hypothèses, Galilée passe la parole à Salviati ou à Sagredo, après que Simplicio a jeté le cri d'alarme.

On comprendra que nous ne rendions pas compte de la première partie : la tentative qu'y fait Galilée est méritoire et un grand nombre des idées qu'il y émet sont justes, mais les questions qu'il y aborde étaient tellement inaccessibles de son temps qu'il s'en faut beaucoup qu'on y voie, même aujourd'hui, parfaitement clair.

La seconde partie débute par un avertissement très court : « Nous édifions, dit Galilée, une Science entièrement neuve sur un sujet vieux comme le monde. Rien de plus ancien en effet, dans la nature, que le mouvement ; mais quoique les philosophes en aient écrit quantité de gros volumes, les plus importantes particularités en étaient restées ignorées. On avait bien remarqué que le mouvement des corps qui tombent naturellement s'accélère ; mais dans quelle proportion a lieu cette accélération, cela n'avait pas encore été dit. Personne, en effet, n'a jusqu'ici démontré que les espaces parcourus dans des temps égaux par un mobile qui tombe, à partir du repos, sont comme les nombres impairs. On avait bien remarqué que les projectiles décrivent des courbes, mais que ces courbes fussent des paraboles, personne ne l'avait encore avancé. Nous démontrerons qu'il en est ainsi et notre travail formera la base d'une Science où des esprits plus perspicaces pénétreront ensuite plus profondément.

« Nous divisons ce traité en trois parties. Dans la première, nous considérons ce qui se rapporte au mouvement égal, ou uniforme. Dans la seconde nous traitons du mouvement naturellement accéléré ; dans la troisième, du mouvement violent, ou du mouvement des projectiles. »

On a dû remarquer, dans cette dernière phrase, le mot *naturellement* (*naturaliter*) ajouté comme qualificatif à l'adjectif *accéléré*. Galilée emploie ce mot, d'abord parce que le mouvement accéléré dont il traitera est celui qu'on observe dans la nature, mais surtout parce que, n'en connaissant pas la cause, il ne pourrait en concevoir d'autre que d'une façon abstraite, ce dont il ne se préoccupe pas, par la raison qu'il ne pourrait

dire dans quelles circonstances ces mouvements se produiraient.

Il faut en effet, pour bien comprendre Galilée, observer avant tout qu'il n'a encore ni la notion des forces, ni la notion des masses. Ces notions se feront d'elles-mêmes jour un peu plus tard, dans les esprits de Descartes et surtout de Huyghens, mais elles ne sont pas même encore en germe dans l'entendement de Galilée. Aussi ne doit-on voir, dans son ouvrage, qu'un chapitre de la Cinématique, et non des éléments de Dynamique, comme on l'a toujours fait, en lui prêtant des idées qui n'étaient pas encore de son temps.

Du mouvement égal.

Définition. — Par mouvement égal, ou uniforme, j'entends celui dans lequel les espaces parcourus dans des temps égaux *quelconques* sont égaux entre eux.

Il paraît que le mot *quelconques* ne se trouvait pas dans Aristote, car Galilée insiste sur la nécessité de l'introduire dans la définition.

Théorème I. — Si un mobile animé d'un mouvement uniforme (*æquabiliter latum*) parcourt deux espaces, les temps des parcours (*lationum*) seront entre eux comme les espaces parcourus (*peracta*).

Théorème II. — Si un mobile parcourt deux espaces dans des temps égaux, ces espaces seront entre eux comme les vitesses.

Cet énoncé n'est pas fort bien conçu ; le voici en latin : *Si mobile temporibus æqualibus duo pertranseat spatia, erunt ipsa spatia inter se ut velocitates.* Galilée aurait mieux fait d'introduire deux mobiles animés de vitesses différentes ; mais, comme Simplicio ne réclame pas, nous passerons outre.

Théorème III. — Les temps employés à parcourir un même espace, avec des vitesses différentes, sont en raison inverse des vitesses.

Théorème IV. — Si deux mobiles sont animés de mouvements uniformes, mais ont des vitesses différentes, les espaces qu'ils parcourent dans des temps inégaux ont une raison composée de la raison des vitesses et de celle des temps.

On voit par ce style que Galilée s'était formé à l'école d'Euclide et d'Archimède.

Théorème V. — Si deux mobiles sont animés de mouvements uniformes, qu'ils aient des vitesses inégales, et qu'ils parcourent des espaces inégaux, la raison des temps sera composée de celle des espaces et de celle des vitesses, prises en sens contraire (*contrariè sumptarum*).

Théorème VI. — Si deux mobiles sont animés de mouvements uniformes, la raison de leurs vitesses sera composée de celle des espaces parcourus et de celle des temps, pris en sens contraire.

Tous ces énoncés et les démonstrations qu'en donne Galilée endraient dans notre formule

$$e = vt.$$

Galilée a remué tant d'idées, à peine définitivement acquises aujourd'hui, qu'il nous paraît pénétrer jusque dans notre siècle, en sorte qu'il faut presque un effort d'imagination pour se le représenter contemporain de Viète. Aussi se prend-on à s'étonner de ne pas trouver dans son ouvrage cette formule

$$e = vt.$$

Mais l'idée de représenter les grandeurs par leurs rapports à des unités ne s'était pas encore fait jour.

De motu naturaliter accelerato, c'est-à-dire *Du mouvement accéléré qui s'observe dans la nature.*

« Il s'agit maintenant, dit Galilée, de traiter du mouvement accéléré, et d'abord il convient de rechercher la définition de celui dont use la nature. Car il n'y aurait pas absurdité à imaginer arbitrairement une loi de mouvement et à étudier les affections de ce mouvement; mais si la définition de notre mouvement accéléré reproduit l'essence du mouvement naturellement accéléré, nous aurons, comme nous le voulons, étudié du même coup la loi de la chute des graves. C'est ce que nous croyons avoir trouvé, après y avoir longtemps pensé, parce que les lois que nous avons établies rationnellement s'accordent avec celles qui s'observent dans la nature. Au reste nous avons été conduit comme par la main à la découverte de la loi du mouvement naturellement accéléré, par l'observation des autres œuvres de la nature, où elle n'emploie jamais que les moyens les plus simples et les plus faciles; car je pense que personne ne croira que le vol et la natation pussent être réalisés par des moyens plus simples et plus faciles que ceux dont se servent d'instinct les oiseaux et les poissons. Lors donc que je vois qu'une pierre acquiert, dans sa chute, d'incessants accroissements de vitesse, pourquoi ne penserais-je pas que ces accroissements sont réglés de la façon la plus simple. Or, si nous y regardons attentivement, nous ne trouverons aucun mode d'accroissement plus simple que celui qui se fait toujours de la même manière. Et on le com-

prendra facilement en observant la très grande affinité qui se trouve entre le temps et le mouvement : car, de même que le mouvement uniforme se conçoit et se définit par l'uniformité dans les temps et l'égalité dans les espaces, de même nous pouvons concevoir que les accroissements de vitesse se fassent d'une manière simple dans les parties égales du temps, en imaginant que, dans le mouvement uniformément accéléré, la vitesse reçoive toujours les mêmes accroissements égaux dans des temps égaux quelconques, de sorte que le mobile acquérant au bout de deux particules du temps, au bout de trois, etc., des vitesses double, triple, etc., de celle qu'il avait acquise, à partir du repos, dans la première : s'il prenait, au bout de chacune de ces particules du temps, un mouvement uniforme dont la vitesse fût la vitesse alors acquise, il parcourrait dans ces divers mouvements des chemins simple, double, triple, etc., dans un même temps.

« Nous dirons donc qu'un mouvement uniformément accéléré est celui dans lequel la vitesse s'augmente de quantités égales dans des temps égaux quelconques. »

Ici commence le texte que les trois interlocuteurs lisent, pour le commenter ensuite.

« Nous avons dit qu'un mouvement également ou uniformément accéléré est celui qui s'ajoute à lui-même (*sibi superaddit*) des quantités de vitesse (*momenta celeritatis*) égales dans des temps égaux, à partir du repos. »

L'auteur, dit Salviati, demande qu'on regarde comme vrai un principe qu'il va énoncer :

J'admets que *les degrés de vitesse* (*gradus celeritatis*) *acquis par un même mobile sur divers plans inclinés, sont égaux lorsque les élévations des plans sont égales.*

Salviati et Sagredo commentent cet axiome et essaient de le justifier par des considérations tirées du mouvement d'un pendule; mais leurs explications, dont Galilée leur laisse la responsabilité, ne sont pas claires et ne pouvaient pas l'être. Cet axiome, en effet, dans la théorie qui nous occupe, tient lieu du théorème de Stevin, dont Galilée n'aurait même pas pu faire usage, s'il l'eût connu, parce qu'il ne considère la pesanteur que comme une cause générale de mouvement et ne distingue pas cette cause, dans chaque corps; de sorte qu'il ne voit pas encore la force, égale au poids du corps, qui l'entraîne dans la direction verticale, et ne peut par conséquent pas se demander quelle est la force qui entraînerait ce même corps sur un plan incliné. Si Galilée avait su décomposer le poids d'un corps placé sur un plan incliné en ses deux composantes normale et parallèle au plan, l'axiome qu'il propose lui aurait été inutile : il ne sert qu'à suppléer à cette inconnaissance. Mais on doit reconnaître qu'il est parfaitement choisi, non seulement parce qu'il remplit exactement son office, mais aussi parce qu'il est susceptible d'une vérification expérimentale.

Voici ce qu'en dit Sagredo : « vraiment il me paraît qu'une telle supposition a tant de probabilité qu'elle mérite d'être concédée sans contestation; en admettant, bien entendu, que tous les empêchements accidentels et externes soient écartés; c'est-à-dire que les plans soient bien solides et bien dressés, et que le mobile soit bien parfaitement rond. Si les plans ni le mobile ne présentent aucune scabrosité, la lumière naturelle me montre sans difficulté qu'une balle pesante arrivera au bas de tous les plans de même hauteur avec la même vitesse (*con impeti eguali*). » Mais il est clair que Sagredo aurait préféré un bon théorème à la lumière naturelle.

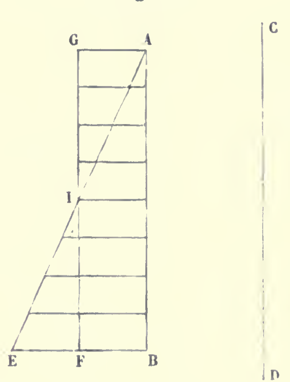
Proposition I.

Le temps que met à parcourir un espace quelconque, à partir du repos, un mobile animé d'un mouvement uniformément accéléré, est égal à celui que mettrait, à parcourir le même espace, un second mobile animé d'un mouvement uniforme, dont la vitesse serait la moitié de celle du premier à la fin du temps considéré.

Que le temps employé par un mobile à parcourir, à partir du repos, un espace CD, d'un mouvement uniformément accéléré, soit représenté par AB (*fig.* 3) et que la vitesse acquise, durant les instants successifs qui composent le temps AB, soit représentée par BE. Si, par le milieu F de BE, on mène FG égale et parallèle à BA, que l'on divise AB en parties égales et que, par les points de divisions, on mène des parallèles à BE : les parties de ces parallèles comprises entre AE et AB représenteront les vitesses acquises après les temps marqués par les parties de AB, prises à partir du point A; d'un autre côté, les parties de ces mêmes parallèles, comprises entre AE et GF seront égales deux à deux, et les unes seront ajoutées à celles qui se trouvent dans le triangle AEB tandis que leurs égales en seront retranchées. De sorte que la somme des parallèles à BE, comprises dans le parallélogramme AGFB, sera égale à la somme des parallèles comprises dans le triangle AEB. Mais les parallèles à BE comprises dans le parallélogramme représentent la vitesse constante du mouvement uniforme considéré, et les parallèles comprises dans le triangle représentent les vitesses aux différentes époques du mouvement uniformément accéléré. Il est donc clair (*patet igitur*) que les espaces parcourus dans les deux mouvements sont égaux.

On voit que la démonstration est brusquée au moment le plus intéressant : Galilée pouvait remarquer que les espaces parcourus dans le mouvement uniforme qu'il considère, pendant les parties égales successives du temps AB, sont représentés par les parties correspondantes du parallélogramme AGFB, et que les

Fig. 3.



espaces parcourus dans le mouvement uniformément accéléré, pendant les mêmes parties du temps, le sont à la limite, c'est-à-dire lorsque le nombre des divisions du temps croît indéfiniment, par les aires des trapèzes qui composent le triangle AEB. Mais je ne crois pas que ce soit là la base du raisonnement qu'il fait mentalement, ou qu'il entend que le lecteur fasse; car il ne dit pas un mot qui permette de le supposer. Je pense plutôt que le raisonnement qu'il supprime, n'est autre que celui qui se tirerait de la méthode des indivisibles de Cavalieri, méthode que Galilée connaissait certainement, Cavalieri, qui d'ailleurs était son disciple, l'ayant publiée en 1635.

Le théorème dont nous venons de reproduire la démonstration

constituerait à lui seul, s'il était traduit en formule, toute la théorie du mouvement uniformément accéléré. En effet, si g est la vitesse acquise par le mobile dans l'unité de temps, gt est sa vitesse au bout du temps t, $\frac{1}{2}gt$ est donc la vitesse du mouvement uniforme que Galilée considère et par conséquent son théorème signifie que l'espace parcouru pendant le temps t, dans le mouvement uniformément accéléré en question, est

$$\frac{1}{2}gt^2.$$

Mais Galilée n'ayant pas ces formules à sa disposition est obligé de multiplier ses théorèmes, pour compléter la théorie.

Nous ne le suivrons pas dans les démonstrations de ces théorèmes, parce qu'elles sont entièrement analogues à la précédente, mais nous croyons devoir au moins en reproduire les énoncés.

Proposition II.

Si un mobile descend (*descendet*), à partir du repos, d'un mouvement uniformément accéléré, les espaces qu'il parcourt dans des temps quelconques sont entre eux en raison doublée de la raison des temps : c'est-à-dire comme les carrés des temps.

On remarquera le mot *descend* que Galilée emploie parce qu'il n'a en vue que le mouvement des graves. Quant aux carrés des temps (*temporum quadrata*) ce sont les carrés construits sur les longueurs qui représentent les temps. Au reste la démonstration se fait, au moyen de la *proposition I*, en substituant aux deux espaces considérés, ceux qui auraient été parcourus dans deux

mouvements uniformes ayant pour vitesses les moitiés des vitesses acquises par le mobile au bout des temps considérés.

La proposition est suivie de deux corollaires et d'un scolie. Dans le premier corollaire, Galilée remarque que les espaces parcourus, pendant des intervalles égaux de temps, par un mobile animé d'un mouvement uniformément accéléré, sont comme les nombres impairs 1, 3, 5 etc. *Hæc enim est ratio excessuum quadratorum linearum sese æqualiter excedentium, et quarum excessus est æqualis minimæ ipsarum.*

Le second corollaire est ainsi conçu :

Les temps employés à parcourir deux espaces quelconques, à partir du commencement du mouvement, sont entre eux comme l'un des espaces est à la moyenne proportionnelle entre les deux. Nous dirions que le rapport des temps est égal à la racine carrée de celui des espaces :

$$\frac{t}{t'} = \sqrt{\frac{e}{e'}},$$

mais la racine carrée d'une raison ne présentait pas encore une idée bien nette ; et, comme le second membre, sous la forme

$$\frac{\sqrt{e}}{\sqrt{e'}},$$

n'aurait pas de sens, Galilée est obligé de lui donner cette autre forme :

$$\frac{\sqrt{ee}}{\sqrt{ee'}} = \frac{e}{\sqrt{ee'}},$$

comme aurait fait Archimède.

Galilée, dans le scolie, étend sans explication les propositions

précédentes aux mouvements des graves le long de plans inclinés, parce qu'il a admis que la vitesse acquise par un corps pesant qui descend la pente d'un plan incliné est à chaque instant égale à celle que ce corps aurait acquise en tombant librement de la même hauteur, suivant la verticale.

Proposition III.

Si des mobiles descendent le long de divers plans inclinés de même hauteur, les temps des parcours seront comme les longueurs de ces plans.

Proposition IV.

Les temps employés à la descente de plans de même longueur, mais inégalement inclinés, sont en raison sousdouble de la raison des hauteurs de ces plans, prises en sens contraire.

Proposition V.

Les temps employés à la descente de plans inclinés quelconques sont entre eux en raison composée de la raison des longueurs de ces plans et de la raison sous double de celle de leurs hauteurs, prises en sens contraire.

Proposition VI.

Si, du point le plus élevé d'un cercle vertical, on mène différentes cordes, les temps des descentes le long de ces cordes seront égaux.

(Car les carrés des cordes seront comme leurs hauteurs, ou bien les cordes seront dans la raison sous double de celle des

hauteurs, de sorte que la raison composée de la raison des cordes et de la raison sous double de celle des hauteurs, renversée, sera la raison de quantités égales.)

Corollaire I. — Si l'on considère les cordes qui joignent un point de la circonférence aux deux extrémités du diamètre vertical, les temps des descentes le long de ces cordes sont aussi égaux.

Corollaire II. — Le temps de la descente le long d'une corde partant de l'un ou l'autre sommet est égal au temps de la descente le long du diamètre vertical.

Nous passons les trente-deux propositions suivantes qui ne présenteraient plus aujourd'hui aucun intérêt. *E finisce la terza Giornata.*

Du mouvement des projectiles.

« Nous avons traité précédemment du mouvement uniforme et du mouvement uniformément accéléré; il va être maintenant question de celui d'un mobile animé d'un double mouvement, l'un uniforme et l'autre uniformément accéléré. Nous disons que ce mouvement est celui des projectiles. Or voici comment j'en constitue la génération (*cujus generationem talem constituo*).

Je conçois par la pensée un mobile lancé sur un plan horizontal : toute résistance étant enlevée (*omni secluso impedimento*), son mouvement resterait perpétuellement uniforme si le plan était indéfini; mais, si ce plan est terminé, dès que le mobile arrive à la limite, il est soumis à la gravité, et, au delà, il ajoute à son précédent et indélébile mouvement celui auquel il a dès lors propension par sa propre gravité; d'où résulte un mouvemen

composé d'un mouvement uniforme et du mouvement naturellement accéléré. »

Telle est la manière dont Galilée présente ce qu'on a appelé, par une double exagération, son principe de l'indépendance des effets des forces.

Proposition I.

Un mobile emporté par un mouvement composé d'un mouvement uniforme horizontal et du mouvement naturellement accéléré, décrit dans son parcours une demi-parabole.

Proposition II.

Si un mobile est animé de deux mouvements uniformes, l'un horizontal et l'autre vertical, sa vitesse sera, *en puissance,* égale aux deux vitesses des mouvements primitifs. (C'est-à-dire que le carré de la vitesse du mouvement résultant sera égal à la somme des carrés des vitesses des mouvements composants, parce que les deux vitesses sont rectangulaires entre elles.)

Proposition III et IV.

Galilée étend le théorème précédent au cas de la composition d'un mouvement uniforme horizontal et du mouvement naturellement accéléré.

Comme il ne pouvait donner de noms ni à la vitesse du mouvement uniforme, ni à l'accélération du mouvement uniformément accéléré, il éprouve naturellement une grande difficulté à mettre en rapport les deux mouvements. Il tourne cette difficulté, de la manière la plus heureuse et avec une merveilleuse

entente des conditions concrètes de la question ; voici comment : il a démontré que la trajectoire du mobile sera une parabole; mais, ni le paramètre de cette parabole, ni l'amplitude du jet, pour une hauteur donnée, ne sont encore déterminés ; pour pouvoir traiter maintenant la question d'une façon complète, il définit le mouvement uniforme, qui doit être composé avec le mouvement naturellement accéléré, par la hauteur dont un corps pesant devrait tomber pour acquérir une vitesse égale à celle du mouvement uniforme qu'ii veut introduire ; de sorte que tous les éléments de la question se trouvent désormais comparables entre eux.

Galilée démontre ensuite que le paramètre de la parabole décrite par le mobile, c'est-à-dire ce que nous appelons p, dans l'équation $y^2 = 2px$, est le double de la hauteur dont il vient d'être parlé.

Galilée ne parle nulle part du mouvement composé d'un mouvement uniforme oblique à l'horizon et du mouvement naturellement accéléré.

Les œuvres de Galilée qui subsistent ont été réunies et publiées par M. Albéri sous le titre :

Opere di Galileo-Galilei, prima edizione completa, condita sugli autentici manoscrtiti palatini. 16 volumes grand in-8. Cette édition est devenue incomplète par suite de la découverte récentes de plusieurs pièces importantes.



MARIN GHETALDI.

(Né à Raguse vers 1566, mort vers 1627, probablement à Constantinople.)

Son principal ouvrage est intitulé : *De resolutione et compositione mathematica*; c'est un traité d'Algèbre, accompagné d'applications à la Géométrie. Ghetaldi entreprit la restitution du livre perdu d'Apollonius : *De tactionibus*, et ajouta un supplément à l'*Apollonius Gallus* de Viète. Une mission dont il fut chargé près du sultan interrompit ses travaux et l'on croit qu'il ne revint pas de Constantinople.



DOMINIS (MARC, ANTOINE DE).

[Né en 1566 dans l'île d'Arbe (Dalmatie), mort à Rome en 1624.]

Il fit ses premières études à Lorette, dans un collège dirigé par les Jésuites, et alla les achever à l'Université de Padoue. Il entra fort jeune dans l'ordre des Jésuites et professa pendant vingt ans la Philosophie et les Sciences naturelles à l'Université de Padoue.

C'est pendant cette période qu'il composa son traité : *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride*, qui ne fut publié qu'en 1611 à Venise et qui eut l'honneur d'être cité avec éloges par Newton dans son *Optique*.

Dominis y tentait une explication théorique de l'arc-en-ciel. Il faisait bien réfléchir la lumière dans l'intérieur des gouttes de pluie avant de l'en faire ressortir, mais il ne pouvait rendre compte de l'angle sous lequel l'observateur voit le rayon de l'arc. Quant à l'explication qu'il donnait de l'arc secondaire, elle était entièrement fausse. Il ne soupçonna pas que ce second arc fût

dû à une double réflexion de la lumière dans l'intérieur des gouttes.

Dominis demanda vers 1588 à sortir de l'ordre des Jésuites et fut nommé d'abord évêque de Segni, puis archevêque de Spalatro. Il désirait des réformes et écrivit dans ce sens à la Cour de Rome; ne pouvant rien obtenir, il abandonna son archevêché, se retira d'abord à Venise où il se lia avec Fra Paolo Sarpi et passa ensuite en Angleterre où il ne fit plus mystère de ses dissentiments avec Rome et où il publia en 1617 un ouvrage intitulé : *De Republica ecclesiastica*, qu'il compléta en 1620, et où il proposait une foule de réformes.

Cependant, le climat de Londres ayant altéré sa santé, il désirait revoir l'Italie. Grégoire XV, qui avait été son ami, le lui permit, mais il mourut l'année même du retour de Dominis, qui trouva dans Urbain VIII un ennemi acharné.

Enfermé au château Saint Ange, il y fut, dit-on, empoisonné. On l'enterra provisoirement, mais l'inquisition fit brûler son corps l'année suivante avec ses livres.



MÉTIUS (ADRIEN).

(Né à Alkmaër en 1570, mort à Francker en 1635.)

Il occupa pendant trente-huit ans la chaire de Mathématiques à Francker. On s'était contenté depuis Archimède de la valeur approchée $\frac{22}{7}$ pour le rapport de la circonférence au diamètre, Métius poursuivit un peu plus loin les calculs du grand géomètre et trouva $\frac{355}{113}$.

Ses principaux ouvrages sont : *Doctrinæ sphæricæ libri quinque* (1598); *Universæ Astronomiæ institutio* (1606); *Praxis nova geometrica* (1623); *Problemata astronomica* (1625); *Calendarium perpetuum* (1627).

MÉTIUS (JACQUES).

(Né à Alkmaër vers 1571.)

« Il y a environ trente ans, dit Descartes, dans sa *Dioptrique*, qu'un nommé Jacques Metius, de la ville d'Alkmaër en Hollande, homme qui n'avait jamais étudié, bien qu'il eût un père et un frère qui ont fait profession de Mathématiques, mais qui prenait particulièrement plaisir à faire des miroirs et verres brûlants, ayant à cette occasion plusieurs verres de diverses formes, s'avisa, par bonheur, de regarder au travers de deux, dont l'un était un peu plus espais au milieu qu'aux extrémités, et l'autre au contraire beaucoup plus espais aux extrémités qu'au milieu, et il les appliqua si heureusement aux deux bouts d'un tuyau, que la première des lunettes en fut composée, et c'est seulement sur ce patron que toutes les autres qu'on a veues depuis ont esté faictes. »

Cette lunette, composée d'un objectif biconvexe et d'un oculaire biconcave, a pris le nom de télescope batavique. Elle fut remplacée peu après par diverses combinaisons de verres biconvexes donnant des images renversées ou droites.

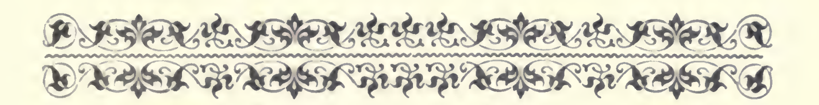


SEPTIÈME PÉRIODE.

De KÉPLER, né en 1571,
à DESCARTES, né en 1596.

Noms des savants de cette Période.

	Né en	Mort en
Képler	1571	1630
Oughtred	1574	1660
Scheiner	1575	1650
Salomon de Causs	1576	1630
Guldin	1577	1643
Castelli	1577	1644
Van Helmont	1577	1644
Harvey	1578	1658
Foscarini	1580	1616
Faulhaber	1580	1635
Roth	1580	1617
Peiresc	1580	1637
Wendelin	1580	1660
Vernier	1580	1637
De Beausoleil	1580	1645
Bachet de Méziriac	1581	1638
Gunter	1581	1626
Bainbridge	1582	1643
Morin (Jean-Baptiste)	1583	1656
Grégoire de Saint-Vincent	1584	1667
Mydorge	1585	1647
Mersenne	1588	1648
Richard	1589	1664
Albert Girard	1590	1634
Snellius	1591	1626
Gassendi	1592	1655
Desargues	1593	1662
Wingate	1593	1656
Henrion		1640
Marci de Kronland	1595	1667



SEPTIÈME PÉRIODE.

Cette période comprend Képler et Harvey, qui ont introduit en Astronomie et en Physiologie des éléments nouveaux de la plus haute importance; Desargues, qui a fait faire des progrès remarquables à la Géométrie théorique, en même temps qu'il en faisait d'utiles applications aux Arts et à l'Industrie; Van Helmont de qui date la Chimie; Grégoire de Saint Vincent qui quarra l'hyperbole rapportée à ses asymptotes et Snellius qui découvrit la loi de la réfraction; elle est donc d'autant plus glorieuse que, malgré la valeur considérable des découvertes qui l'illustrent, elle est extrêmement courte. Mais la méthode n'y subit aucune modification assignable; nous laisserons donc les faits parler eux-mêmes.

Progrès de l'Arithmétique.

Oughtred imagine la méthode abrégée de calcul, pour la multiplication. Gunter invente la règle à calcul, ou règle logarithmique.

Progrès de la Géométrie.

Képler trouve la cubature du volume engendré par un segment elliptique, symétrique par rapport à l'un des axes de la courbe, tournant autour de sa corde. Guldin retrouve le théorème énoncé par Pappus sur les surfaces et volumes de révolution. Grégoire de Saint Vincent quarre l'hyperbole rapportée à ses asymptotes. Desargues établit la théorie de l'involution; il fonde la perspective théorique et la stéréotomie.

Progrès de la Mécanique.

Castelli ébauche la théorie des eaux courantes. Képler admet de la part du Soleil une action attractive sur les planètes et y rattache la pesanteur. Desargues enseigne la construction théorique des profils des dents des engrenages. Marci ébauche la théorie du choc des solides.

Progrès de l'Astronomie.

Képler découvre les belles lois qui portent son nom. Wendelin vérifie que les satellites de Jupiter y sont soumis. Snellius tente une nouvelle détermination de la longueur d'un degré du méridien.

Progrès de la Physique.

Vernier invente l'instrument qui porte son nom. Snellius découvre la loi de la réfraction. Marci annonce l'inégale réfrangibilité des rayons diversement colorés.

Progrès de la Chimie.

Van Helmont commence à distinguer les airs les uns des autres et leur donne le nom de *gaz*.

Progrès de la Physiologie.

Van Helmont découvre dans l'estomac le suc gastrique et en étudie les fonctions. Harvey démontre la circulation du sang et apprécie le rôle de la respiration dans la transformation du sang veineux en sang artériel. Képler détermine les fonctions des diverses parties de l'œil et fonde la théorie de la vision.





BIOGRAPHIE

DES

SAVANTS DE LA SEPTIÈME PÉRIODE

ET

ANALYSE DE LEURS TRAVAUX.

KÉPLER (JEAN).

[Né à Weil (Wurtemberg) en 1571, mort à Ratisbonne en 1630.]

Il commença par être garçon de cabaret chez son père, puis cultivateur. Son père ayant repris l'état de soldat, qu'il avait abandonné pour se faire cabaretier, le jeune Képler se vit en butte aux mauvais traitements de sa mère et de ses deux frères aînés. Il se réfugia auprès de sa sœur Marguerite, qui l'affectionnait beaucoup, mais dont le mari, homme d'un caractère brutal, mit l'enfant faible et maladif aux travaux des champs et ne se décida que plus tard à le faire entrer au séminaire de Tubingue, où il fut admis gratuitement (1589).

Expulsé de cette maison pour ses opinions peu orthodoxes, Képler se mit à suivre les cours de Mathématiques de l'Université, y fit de grands progrès et fut nommé, à vingt-deux ans, professeur de Mathématiques à Grætz, en Styrie.

Chargé de la rédaction de l'almanach, il faisait dès lors de ses calendriers un singulier mélange de renseignements astrono-

miques, de prédictions du temps et de théologie mystique; figurant le Père éternel par le Soleil, le Fils par l'éther, etc., etc.

En 1597, Képler épousa une veuve belle et noble, deux qualités qu'elle fit payer cher à son mari. Pour obtenir sa main, Képler dut, vaille que vaille, faire preuve de noblesse. Sa vie conjugale fut ensuite un long martyre.

En 1599, les persécutions religieuses l'obligèrent à quitter Grætz. Tycho-Brahé l'appela à Prague, pour l'aider dans la composition de ses *Tables Rudolphines*, et lui fit offrir de superbes appointements, que Képler accepta. Malheureusement, Tycho n'était, ou plutôt ne pouvait plus être, généreux qu'en paroles : il fallut que la femme de son malheureux collaborateur tirât, florin par florin, les appointements de son mari.

La mort de Tycho (1601) parut amener dans la situation de Képler un changement heureux : il succéda a Tycho comme astronome de l'empereur Rodolphe II. Mais la pension, d'ailleurs modique, que lui assigna le souverain fut encore plus mal payée que les appointements que lui servait Tycho-Brahé; si bien que, pour gagner sa vie, l'illustre astronome fut réduit à tirer l'horoscope des gens de cour.

La vie de Képler n'offre plus dès lors qu'une série de misères domestiques et d'infortunes de toutes sortes. Malheureux avec une femme acariâtre, qui devint épileptique, puis folle, il fut, dans un second mariage, accablé d'enfants. Persécuté par les orthodoxes de Linz, où il avait fixé sa résidence comme astronome impérial; obligé d'aller, en 1611, intercéder auprès du duc de Bavière, pour sauver sa mère, sur le point d'être brûlée comme sorcière; pensionné par des princes et manquant le plus souvent de pain, il est un des plus nobles exemples du génie prenant

librement son essor et se dégageant radieux des étreintes du malheur et de la fatalité.

C'est, en effet, au milieu des amertumes et des dégoûts d'une semblable vie qu'il dut poursuivre ses profondes études, ses recherches immenses et ses lumineuses investigations. Il mourut pendant un des fréquents et inutiles voyages qu'il faisait pour essayer de toucher ses appointements arriérés. Il n'avait alors que cinquante-neuf ans. Le découragement ne paraît jamais avoir atteint son âme énergique, car il disait, avec un noble et juste orgueil, « qu'il ne céderait pas ses ouvrages pour le duché de Saxe. »

Comme savant, Képler offre un mélange des qualités et des défauts intellectuels les plus inconciliables, poussés à un point qui en rend la coexistence encore plus difficile à expliquer.

Il faut tenir compte à la fois des vices de son éducation première, de l'empire absolu qu'exerçaient sur tous les esprits les énormes absurdités physiques enseignées de son temps dans les écoles, du trouble général apporté par les premières idées de réforme, de la misère des temps, etc., etc., pour concevoir qu'un homme tel que Képler ait pu associer tant de persévérance, de sagacité, de génie dans la recherche difficile de la vérité, avec un goût prononcé pour l'astrologie, les horoscopes, les prédictions de la pluie et du beau temps.

On a, pour expliquer des contradictions si étranges, soutenu, non sans raison, que les élucubrations astrologiques de Képler ne lui étaient inspirées que par le désir de faire passer la vérité à l'aide des erreurs alors universellement admises; un passage d'un de ses livres, en effet, appuie fortement cette hypothèse :

« De quoi vous plaignez-vous, philosophe trop délicat, si une

fille que vous jugez folle soutient une mère sage, mais pauvre, si cette mère n'est soufferte parmi les hommes, plus fous encore, qu'en considération de ces même folies ? Si l'on n'avait eu le crédule espoir de lire l'avenir dans le ciel, auriez-vous jamais été assez sages pour étudier l'Astronomie pour elle-même ? »

« Nos faiseurs de systèmes, dit Delambre, n'ont pas imaginé plus de folies que Képler; mais ils ne calculent rien, et Képler soumettait tout au calcul; il n'abandonnait pas une idée avant d'en avoir bien démontré l'exactitude ou la fausseté. C'est ainsi qu'il est parvenu à ses immortelles découvertes et qu'il s'est distingué parmi tant d'autres rêveurs, qui n'ont pas eu le même courage, la même bonne foi, ou qui n'avaient pas ses connaissances mathématiques. »

C'est souvent la raison la plus puérile du monde qui détermine Képler à une croyance, d'abord absolue, en une loi fausse. Quand son opinion est fixée, il en cherche la justification dans des calculs qui eussent arrêté tout autre que lui; ces calculs lui montrent qu'il s'est trompé, mais il avance ainsi insensiblement vers la découverte de la vérité, parce qu'il a recueilli en chemin des observations utiles qui lui serviront plus tard.

Le premier ouvrage de Képler est son *Prodromus dissertationum, continens mysterium cosmographicum de abmirabili proportione orbium cœlestium, deque causis cœlorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis et propriis, demonstratum per quinque regularia corpora geometrica.* Il fut publié pour la première fois, en 1596, par les soins de Mœstlin, dont Képler avait été le disciple, et réimprimé vingt-cinq ans après, avec les *Harmoniques*. Dans l'intervalle, Képler s'était presque exclusivement occupé d'achever les *Tables Rudolphines*.

Le *Prodromus* justifie pleinement, ce nous semble, le jugement que nous avons porté plus haut : le but que s'y propose Képler, qui n'avait alors que vingt-quatre ans, est d'établir cette loi singulière que les distances des planètes au Soleil procèdent des cinq polyèdres réguliers. Le créateur, en établissant l'ordre, le nombre et les proportions des cieux, ne pouvait n'avoir pas songé aux cinq polyèdres réguliers. « Prenez donc l'orbe de la Terre pour première mesure, circonscrivez-y le dodécaèdre, décrivez un cercle autour de ce dodécaèdre, ce sera l'orbite de Mars ; à cette orbite circonscrivez le tétraèdre, le cercle qui l'enfermera sera l'orbite de Jupiter; à cette dernière orbite, circonscrivez le cube, et le cercle que vous décrirez autour sera l'orbite de Saturne. » Voilà pour les planètes supérieures. Maintenant, « dans l'orbe de la Terre inscrivez l'icosaèdre, il comprendra l'orbite de Vénus ; à cette orbite inscrivez l'octaèdre, il renfermera l'orbe de Mercure. » C'est ce qui fait qu'il n'y a que cinq planètes et la Terre...

Un autre système qu'il avait conçu antérieurement l'avait amené à supposer l'existence de deux planètes inconnues : l'une entre Mars et Jupiter, l'autre entre Mercure et Vénus; mais il n'était pas très satisfait de cette hypothèse, et sa nouvelle idée lui parut bien préférable. « Vous ne trouverez plus ici, dit-il, de planètes inconnues, interposées parmi les autres ; je n'étais pas trop content de cette audace ; au lieu que, sans rien faire qu'un peu de violence aux corps connus, je les enchaîne les uns aux autres. » Au milieu de ces folies, on trouve, dans le *Prodromus*, de bonnes et solides raisons à l'appui du système de Copernic.

Après l'hypothèse folle, viennent les travaux de vérification, qui donnent à Képler l'occasion de perfectionner les méthodes et

de rectifier les observations; il trouve que « Mars et Vénus vont bien; la Terre et Mercure, pas mal; Jupiter seul s'écarte de la loi ; mais à une si grande distance, on doit peu s'en étonner, etc. » Du reste, les distances données par Copernic étaient comptées à partir du centre du grand orbe, et non pas à partir du Soleil. Cette observation que fait en passant Képler, pour justifier son système, prendra plus tard une tout autre importance.

Képler, cherchant ensuite à relier, par une loi, les durées des révolutions des planètes aux grandeurs de leurs orbes, montre qu'il n'y a pas proportion simple. « Quelle peut être la cause de ces différences? Les impulsions motrices sont-elles plus faibles à une plus grande distance du Soleil? ou bien n'y aurait-il qu'une seule âme motrice placée dans le Soleil, qui agirait avec plus de force sur les corps voisins, avec moins de force sur les corps éloignés? » Il imagine alors la règle suivante : « Ajoutez à la durée de la révolution d'une planète la moitié de l'excès de celle de la planète suivante, le rapport sera celui des distances des deux planètes au Soleil. La raison en est que le cercle augmente comme la distance et que la force s'affaiblit en même proportion; ainsi, un éloignement de la planète agit deux fois sur la longueur de la période. » Il n'établira que bien plus tard la véritable loi de la proportion sesquialtère. Outre les calculs astronomiques, le *Prodromus* contient beaucoup de divagations astrologiques, musicales et autres. Tycho, à qui Képler avait envoyé cet ouvrage, lui conseilla d'abandonner ses vaines tentatives d'explications, pour se livrer exclusivement aux observations; mais le génie de l'intuition le poussait irrésistiblement.

Les *Harmonices mundi libri V de figurarum regularium quæ proportiones harmonicas pariunt ortu*, *classibus*, *ordine et*

differentiis, causa scientiæ et demonstrationis, sont de 1619. Cet ouvrage participe encore de la première manière de Képler. Il y est encore question des propriétés merveilleuses de certains nombres, des harmonies musicales, des facultés de l'âme; on y lit que l'air est troublé lorsque les planètes sont en conjonction, que la Terre a une âme qui connaît le zodiaque, etc.; mais au milieu de ce fatras se trouve la découverte de la loi des révolutions des planètes. « Achevons, dit-il, la découverte commencée il y a vingt-deux ans : c'est une chose très certaine et très exacte, que la proportion entre les temps périodiques de deux planètes est précisément sesquialtère de la proportion des moyennes distances. Depuis huit mois, j'ai vu le premier rayon de lumière; depuis trois mois, j'ai vu le jour; enfin, depuis peu de jours, j'ai vu le Soleil de la plus admirable contemplation. Rien ne me retient, je me livre à mon enthousiasme; je veux insulter aux mortels par l'aveu ingénu que j'ai dérobé les vases d'or des Égyptiens, pour en former à mon Dieu un tabernacle, loin des confins de l'Égypte. Le sort en est jeté, j'écris mon livre; il sera lu par l'âge présent ou la postérité, peu m'importe; il pourra attendre son lecteur. Dieu n'a-t-il pas attendu six mille ans un contemplateur de ses œuvres? » Après ce sublime effort, Képler se replonge dans les rapports de la Musique avec les mouvements des corps célestes. Saturne et Jupiter font évidemment la basse, Mars le ténor, la Terre et Vénus la haute-contre, et Mercure le baryton. Le tout est entremêlé d'invocations et d'actions de grâces.

Antérieurement aux *Harmonies*, que nous avons à dessein rapprochées du *Prodromus*, Képler avait publié en 1604, sous ce titre : *Ad Vitellionem Paralipomena quibus Astronomiæ pars optica traditur*, etc., un ouvrage plus posé, mieux raisonné, où

l'on trouve une table des réfractions astronomiques très bonne, quoique fournie par une formule empirique; mais surtout, d'abord, une bonne description de l'œil, une analyse exacte des fonctions de ses différentes parties et une théorie de la vision beaucoup plus complète que celle de Maurolyco, en ce que Képler faisait expressément concourir les rayons lumineux sur la rétine, dans le cas de la vue distincte, et pouvait par conséquent bien mieux rendre compte des défauts de l'œil connus sous les noms de presbytisme et de myopie; en second lieu, la théorie du télescope qui venait d'être inventé en Hollande par Jacques Métius.

En 1606, l'apparition subite d'une nouvelle étoile le faisait retomber dans ses écarts; le titre du livre qu'il publia sur cette étoile suffit pour le faire juger : *J. Kepleri, de stella nova in pede Serpentarii, et qui sub ejus exortum de novo iniit Trigono igneo, libellus astronomicis, physicis, metaphysicis, meteorologicis et astrologicis disputationibus* ενδόξοις et παραδόξοις *plenus.* C'est dans cet ouvrage qu'on trouve la singulière apologie de l'astrologie, que nous avons citée plus haut.

L'ouvrage qui assure à Képler une gloire immortelle est de 1609 : il parut sous ce titre : *Astronomia nova seu physica cœlestis tradita commentariis de motibus stellæ Martis*, etc. L'introduction contient des idées justes et profondes sur la pesanteur ou attraction terrestre, à laquelle Képler affirme que l'air est soumis comme les autres corps, qui agit sur la Lune et la retient dans son orbite, tandis que notre satellite agit sur nous, en produisant par exemple les marées. C'est dans cet ouvrage que Képler, portant pour la première fois le point de vue au centre du Soleil, et construisant par points l'orbite de Mars,

trouve d'abord qu'elle est ovale, puis, après de nouveaux calculs, que c'est une ellipse dont le Soleil occupe l'un des foyers; enfin, que la planète décrit des arcs auxquels correspondent des aires proportionnelles aux temps. Il est difficile de se figurer le nombre et l'étendue des calculs qu'il eut à faire pour arriver enfin à la solution complète du problème. Il dit, à propos d'une des méthodes qu'il employa momentanément dans ses essais : « Si vous la trouvez pénible et ennuyeuse, prenez donc pitié de moi, qui ai fait ces calculs soixante-dix fois, et ne vous étonnez pas que j'aie passé cinq ans sur cette théorie de Mars. Il se trouvera quelques géomètres très subtils, tels que Viète, qui s'écrieront que la méthode n'est pas géométrique; qu'ils aillent donc, et qu'ils résolvent le problème, *et erit mihi magnus Apollo.* Si la méthode est difficile, il serait bien plus difficile encore de faire cette recherche sans méthode. »

Les autres ouvrages de Képler sont : la *Dioptrique*, où il propose de substituer à l'oculaire biconcave du télescope batavique un oculaire biconvexe, de façon à obtenir ce qu'on a depuis appelé la *lunette astronomique*, qui renverse les images, mais dont le champ est plus étendu; une table des logarithmes (1624); *Epitome Astronomiæ Copernicanæ* (1618-1622), dont la préface contient une grande vérité qui est applicable surtout à l'auteur : que la philosophie entière n'est rien autre chose qu'un combat avec la vieille ignorance; *Tychonis-Brahei Dani Hyperaspistes*, etc., réfutation d'un détracteur de Tycho-Brahé; *Nova dissertatiuncula de fundamentis astrologiæ* (1602); *De cometa anni* 1604; *Narratio de quatuor Jovis satellitibus* (1610 et 1611); *Apologia Harmonices mundi* (1622); *Discursus conjunctionis Saturni et Jovis in Leone* (1623); enfin, sa *Stereometria dolio-*

rum, que nous devons considérer à part, comme étant purement géométrique.

Cet ouvrage a eu, sur la Géométrie, une certaine influence. Sous ce titre bizarre, qui veut dire *Jaugeage des tonneaux*, Képler se propose la cubature des solides engendrés par les coniques tournant autour d'axes contenus dans leurs plans. Cette question n'avait pas fait un pas depuis Archimède. La méthode qu'imagine Képler prélude à l'invention du calcul infinitésimal. « Le cercle, dit-il, n'est que le composé d'un grand nombre de triangles dont le sommet commun est au centre et dont les bases sont sur la circonférence; le cône est de même composé d'une infinité de pyramides, etc. » Il propose la substitution de démonstrations fondées sur des considérations de ce genre à celles qui sont usitées dans les éléments. L'idée est féconde. Mais Képler, ayant échoué dans la plupart des recherches qu'il s'était proposées, donna à tout hasard des solutions fausses.

La seule question qu'il aborda avec succès est celle de la détermination du volume engendré par la révolution d'un segment circulaire ou d'un segment elliptique, symétrique par rapport à l'un des axes, tournant autour de sa corde. La question, il est vrai, ne laissait pas que de présenter des difficultés considérables pour l'époque.

Voici comment Képler la résout : soit AMB (*fig.* 4) le segment considéré, que, pour faciliter le langage, nous supposerons dans un plan horizontal; soit MN la flèche et MS une verticale telle que

$$\frac{MS}{MN} = 2\pi;$$

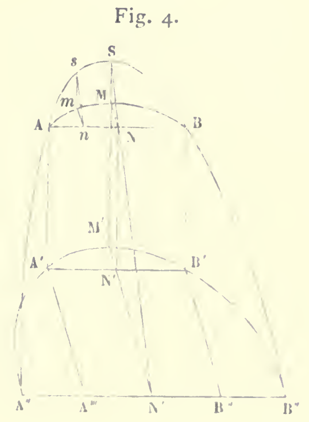
concevons le cylindre vertical ayant pour directrice l'arc AMB et

coupons ce cylindre par le plan ASB : le tronc AMBSN de ce cylindre aura un volume égal à celui du corps engendré par la révolution du segment. En effet, une section *msn* de ce tronc aura pour mesure

$$\tfrac{1}{2}mn \times sm = \tfrac{1}{2}mn \times 2\pi mn = \pi \overline{mn}^2,$$

c'est-à-dire précisément la section par le plan *msn* du solide de révolution.

Fig. 4.



Cela posé, prolongeons les génératrices du cylindre et la droite SN jusqu'à leurs rencontres avec un autre plan horizontal A″A′M′B′B″ situé à une distance du premier telle que M′N″ soit égale au rayon du cercle, s'il s'agit d'un segment circulaire, ou à l'axe de symétrie du segment, s'il s'agit d'un segment elliptique; enfin formons aussi les surfaces cylindriques verticales ayant pour directrices les arcs A″A′ et B″B′ et terminons ces surfaces au même plan S A B A″B″.

Pour la même raison que précédemment, le tronc A″M′B″S N″

du cylindre total, sera égal au volume qu'engendrerait le demi-cercle ou la demi-ellipse A″M′B″ tournant autour de A″B″, c'est-à-dire au volume entier de la sphère ou au volume entier de l'ellipsoïde, volumes connus.

Or la différence entre les volumes des deux troncs A″M′B″S N″ et AMBSN se compose de

$$\mathrm{A\,A'A''A'''} + \mathrm{B\,B'B''B'''},$$

ou deux fois le volume qu'engendrerait le demi segment A′A″A‴ tournant autour de A″B″, volume qui n'est autre qu'un segment sphérique ou un segment de sphéroïde, déterminés l'un et l'autre par Archimède; plus le volume du prisme triangulaire A′A A‴B′B B‴, qui est connu, plus enfin le volume du cylindre AMBA′M′B′ dont la base et la hauteur sont connues.

On peut donc évaluer le volume AMBSN ou le volume engendré par le segment AMB tournant autour de la corde.

Cette curieuse solution méritait, je crois, d'être mentionnée.

Képler mourut, comme nous l'avons dit, à Ratisbonne, où il était venu solliciter le payement d'un arriéré de sa pension. La ville ayant été prise et saccagée trois ans après, on ne retrouva plus aucun vestige du modeste tombeau qui avait reçu sa dépouille. Un monument plus durable lui a été élevé, en 1807, dans le jardin botanique de la ville, sur l'emplacement de l'ancien cimetière. Son buste, en marbre de Carrare, y est posé sur un piédestal du même marbre. L'ensemble du monument est une rotonde de vingt pieds de rayon, entourée de cyprès; il se termine par une sphère portée sur un axe parallèle à l'axe du monde, et sur le pourtour duquel sont gravés les douze signes du zodiaque, avec les symboles des planètes, de la Lune et du Soleil.

Képler avait donné son portrait à son secrétaire, Gringalet, qui le céda à Bernegger, lequel le déposa à la bibliothèque de Strasbourg, brûlée, comme on sait, durant le siège de 1870.

Tel fut Képler, homme étrange, en qui l'on ne sait ce qu'on doit admirer le plus, ou la grandeur de ses découvertes ou les prodigieuses aberrations de son esprit. « Par la réunion des qualités les plus opposées, a dit Arago, Képler occupe dans l'histoire de la Science une place tout exceptionnelle. En montrant, dès ses premiers pas dans l'étude de l'Astronomie, le présomptueux espoir de déchiffrer l'énigme de la nature et de s'élever, par le pur raisonnement, à la connaissance des vues esthétiques du Créateur, il semble d'abord s'égarer, avec une audace insensée et sans trouver fond ni rives sur cette mer si vaste et si agitée où Descartes, poursuivant le même but, devait bientôt se perdre sans retour; mais, dans l'ardent et sincère élan de son âme vers la vérité, la curiosité de Képler l'agite et l'entraîne sans que l'orgueil l'aveugle jamais; ne regardant comme certain que ce qui était démontré, il était toujours prêt à réformer ses jugements en sacrifiant les plus chères inventions de son esprit, aussitôt qu'un laborieux et sévère examen refusait de les confirmer; mais quelles sublimes émotions, quels accents d'enthousiasme et de joyeuse ivresse, lorsque le succès justifie ses témérités, et qu'après tant d'efforts il atteint le but! Le noble orgueil qui élève et enfle parfois son langage n'a rien de commun avec la vaniteuse satisfaction d'un inventeur vulgaire. Superbe et audacieux quand il cherche, Képler redevient modeste et simple dès qu'il a trouvé, et, dans la joie de son triomphe, c'est Dieu seul qu'il en glorifie. Son âme, aussi grande qu'elle était haute, fut sans ambition comme sans vanité; il ne désira ni les honneurs ni les applau-

dissements des hommes; n'affectant aucune supériorité sur les savants, aujourd'hui obscurs, auxquels sa correspondance est adressée, il montra constamment la même déférence respectueuse pour le vieux Mœstlin, dont la seule gloire, à nos yeux, est d'avoir formé un tel disciple... Les lois de Képler sont le fondement solide et inébranlable de l'Astronomie moderne, la règle immuable et éternelle du déplacement des astres dans l'espace; aucune autre découverte peut-être n'a mieux justifié ces paroles du sage : *Qui accroît la Science accroît le travail*; aucune autre n'a enfanté de plus nombreux travaux et de plus grandes découvertes; mais la longue et pénible route qui y a conduit n'est connue que du petit nombre. Aucun des nombreux écrits de Képler n'est considéré comme classique; ses ouvrages sont bien peu lus aujourd'hui ; sa gloire seule sera immortelle : elle est écrite dans le ciel ; les progrès de la Science ne peuvent ni la diminuer ni l'obscurcir, et les planètes, par la succession toujours constante de leurs mouvements réguliers, la raconteront de siècle en siècle. »

Lois de Képler.

Képler n'était pas observateur ; il avait toujours été trop pauvre pour pouvoir acquérir les instruments déjà fort dispendieux qui lui eussent été nécessaires pour arriver à rivaliser avec Tycho-Brahé; mais nous avons vu que les malheurs de celui-ci avaient mis entre ses mains la précieuse collection de ses innombrables observations. Képler n'était pas non plus analyste, mais il avait à un rare degré le génie intuitif, une patience au-dessus des travaux les plus ardus, les plus rebutants, et un ardent amour de la vérité. Copernicien convaincu, il sentait que le système du

maître de Thorn n'était qu'une belle ébauche où les points de détail n'avaient pas même été envisagés et il rêva d'être le législateur du Ciel.

Nous avons déjà dit que, dès que l'on donnait à toutes les planètes, pour déférent commun, le cercle décrit autour de la Terre comme centre, avec un rayon égal à la distance qui nous sépare du Soleil, tous les éléments linéaires de notre système planétaire devenaient déterminés ; les distances à peu près constantes des planètes au Soleil et leurs distances variables à la Terre avaient dès lors, avec la distance de la Terre au Soleil, des rapports constants ou variables que le calcul pouvait fournir.

Képler passa d'abord un long temps à essayer toutes sortes de lois pour relier entre elles les distances au Soleil des différentes Planètes, la Terre comprise; enfin son génie analogique le conduisit à la découverte de cette loi, dont il n'entra en pleine possession qu'après les deux autres, mais que nous énonçons la première, parce que c'est celle dont il s'était préoccupé tout d'abord : *Les carrés des temps des révolutions des planètes autour du Soleil sont entre eux comme les cubes de leurs moyennes distances à cet astre.*

Képler n'a rien écrit qui pût permettre d'entrevoir la série d'idées par laquelle il fut amené à la découverte de cette loi, qui serait rigoureusement exacte si les systèmes formés du Soleil et des différentes planètes pouvaient être regardés comme semblables, aux trois points de vue géométrique, physique et dynamique. Le goût que Képler a montré pour la Géométrie ancienne, la connaissance qu'il avait des procédés logiques qui y étaient en usage et la merveilleuse entente, dont il a donné tant de preuves, des conditions dans lesquelles il peut être admissible

que les phénomènes naturels se passent, permettraient-ils de supposer que des considérations théoriques n'aient pas été entièrement étrangères à sa découverte? Il est évident qu'on ne saurait se prononcer à cet égard.

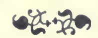
Nous ne lui avons pas attribué la démonstration que nous avons donnée plus haut de la loi en question, dans l'hypothèse de la similitude entre les systèmes formés du Soleil et de deux planètes, mais nous ne répugnerions pas à admettre qu'il ait pu être guidé par des considérations analogues.

Les inégalités des mouvements des planètes n'étaient pas moins embarrassantes dans le système de Copernic que dans celui de Ptolémée. L'astronome polonais avait en effet provisoirement conservé tout le système des anciens épicycles et Képler rêvait quelque chose de plus simple. Ayant construit avec soin l'orbite de Mars, d'après les nombreuses observations de Tycho, il crut, après bien des essais, y reconnaître une ellipse, dont le Soleil occupait un des foyers, et s'assura, par d'immenses calculs, qu'il avait deviné juste. Passant ensuite en revue les autres planètes, il vérifia que leurs orbites rentrent dans le même type géométrique et formula cette seconde loi : *Les planètes décrivent autour du Soleil des ellipses dont il occupe un des foyers.*

Il ne restait plus à trouver que la loi des mouvements des planètes sur leurs trajectoires respectives; de nouvelles recherches plus ardues encore que les précédentes, mais où Képler se trouvait encore dirigé par ses idées préconçues d'ordre et d'harmonie dans l'organisation du Monde, l'amenèrent à la constatation de cette troisième loi : *L'aire décrite par le rayon vecteur mené du Soleil à chaque planète croit proportionnellement au temps.*

Cette troisième loi convient à tout mouvement produit par une force, constante ou variable, dirigée vers un point fixe. D'un autre côté, Képler a reproduit plusieurs fois, dans ses ouvrages, l'expression de sa croyance arrêtée à une force émanant du Soleil et qui retiendrait les planètes dans leurs orbites respectives; il a même formulé différentes lois de variation de cette force; peut-on admettre que des conceptions théoriques l'aient amené à la découverte de sa troisième loi? Ce n'est guère probable. Mais le bonheur qui aurait encore suivi Képler dans cette dernière hypothèse n'a-t-il pas lieu d'étonner davantage?

M. Ch. Frisch a donné une édition des *Œuvres complètes* de Képler en 8 volumes, à Francfort. Le dernier volume a paru en 1871.



OUGHTRED (GUILLAUME).

[Né à Eton (Comté de Buckingham) en 1574, mort en 1660.]

Pourvu en 1610 d'un bénéfice ecclésiastique à Albury (comté de Surrey), il profita de ses loisirs pour s'adonner à l'étude des Sciences et rédiger des traités qui ont été longtemps classiques en Angleterre.

Le principal, qui est de 1631, est intitulé : *Arithmeticæ in numeris et speciebus institutio, quæ tum logisticæ, tum analyticæ, atque totius mathematicæ, clavis est.* Il contient la règle pour la multiplication abrégée qu'on a retrouvée il y a quelques années, et qui est enseignée maintenant dans les cours d'Arithmétique.

Les autres ouvrages d'Oughtred ont été réunis sous le titre : *Opuscula mathematica hactenus inedita,* et publiés à Oxford en 1676.



SCHEINER (CHRISTOPHE).

[Né en Souabe en 1575, mort à Neiss (Silésie) en 1650.

Il disputa à Galilée l'honneur d'avoir aperçu le premier les taches du Soleil. Il professait les Sciences à Ingolstadt, lorsque ses supérieurs l'envoyèrent à Rome surtout pour l'opposer à Galilée.

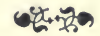
Ses disputes avec Galilée sur les taches du Soleil lui font peu d'honneur. Il est grossier, injurieux et ne donne aucune preuve qu'il ait réellement précédé Galilée dans cette découverte. Toutefois il recueillit plus de deux mille observations sur le Soleil.

De Rome, Scheiner passa à Neiss, où il fut recteur et donna des leçons à l'archiduc Maximilien.

On lui doit les ouvrages suivants : *De maculis solaribus tres epistolæ* (Rome, 1613, in-4°); *Disquisitiones mathematicæ* (Ingolstadt, 1614, in-4°); *Novum solis elliptici phænomenum* (Augsbourg, (1615, in-4°); *Exegesis Fundamentorum gnomonices* (1616, in-4°), curieux traité de gnomonique; *Oculus, sive fundamentum opticum* (1619, in-4°); *Rosa ursina* (1630, in-fol.), sur les taches du Soleil; *Pantographice, seu Ars delineandi* (1631, in-4°); *Prodromus de sole mobili et stabili terra contra Galileum* (1651, in-fol.), ouvrage posthume.

Il réalisa le premier la lunette astronomique, ou le télescope formé de deux verres convexes, qui renverse les images, et dont

Képler avait proposé la substitution au télescope batavique. Il imagina peu après la lunette terrestre ou le télescope à trois verres convexes qui redresse les images.



CAUSS (SALOMON DE).

(Né en Normandie vers 1576, mort en 1630.)

Il s'attacha au prince de Galles, comme directeur des bâtiments et des jardins, un peu avant 1612, passa quelques années à Heidelberg, près du prince palatin, et revint en France en 1624.

Ceux de ses ouvrages qui ont été publiés sont : *La perspective avec la raison des ombres et miroirs* (Londres 1612); *Les raisons des forces mouvantes, avec diverses machines tant utiles que plaisantes* (Francfort 1615); *Hortus Palatinus* (Francfort 1618); *La pratique et la démonstration des horloges solaires* (Paris 1624).

Les *Raisons des forces mouvantes* contiennent la description d'une véritable machine à vapeur à épuisement, fondée sur l'expansion et la condensation alternatives de la vapeur d'eau.

La bibliothèque de Valenciennes possède de lui un manuscrit intitulé : *Traicté de la mesure des lignes droictes avec les gonomètres ;* et la bibliothèque d'Heidelberg a conservé des documents relatifs aux différentes périodes de son existence.

La seconde partie du manuscrit de Valenciennes contient la traduction française, par Salomon de Causs, du premier livre de l'*Architecture* de Vitruve.



GULDIN (PAUL).

(Né à Saint-Gall en 1577, mort à Gratz en 1643).

Il abjura le protestantisme à l'âge de vingt ans, entra chez les jésuites et professa ensuite les Mathématiques dans les maisons de son ordre.

Il est surtout connu par les deux théorèmes qui portent son nom.

Ces deux théorèmes se trouvent énoncés dans la préface des *Collections mathématiques* de Pappus; toutefois, elles étaient ignorées lorsque Guldin les mit en lumière dans son traité *De centro gravitatis,* dont la première partie parut à Vienne en 1635 et les suivantes en 1640, 1641 et 1642. Les démonstrations qu'il en donnait, au reste, n'étaient pas très bonnes; ce qui ne doit pas étonner, puisqu'elles exigent la considération des infiniment petits.

Le Père Guldin se servit avec avantage de ses théorèmes pour donner de nouvelles solutions de quelques problèmes traités par Képler, et il en tira occasion de chercher querelle à Cavalieri sur sa méthode et d'en critiquer le prétendu relâchement. Mais Cavalieri se tira plus qu'aisément d'affaire en montrant que cette méthode fournissait des démonstrations simples et rigoureuses des théorèmes de son contradicteur, et faisant voir que ces théorèmes étaient exacts, ce à quoi l'auteur n'avait pu parvenir.

Guldin, en effet, se servait, comme preuves, de raisons telles que celle-ci : que la surface ou le volume engendrés devaient être les produits de la ligne ou de la surface tournant par quelque circonférence; que la distance à l'axe du centre de gravité de la figure tournante était une moyenne entre les distances de ses

parties au même axe; que, d'ailleurs, le centre de gravité d'une figure était unique, et que, si un point devait jouir de la propriété énoncée, ce devait être le centre de gravité.

Mais il avait eu soin, pour se fortifier dans la foi en ces inductions, d'en vérifier les conséquences sur tous les exemples connus avant lui.

On conçoit qu'au moyen de ses théorèmes, il n'ait pas eu beaucoup de peine à traiter fort simplement des questions inabordables jusque là.



CASTELLI (BENOÎT).

(Né à Brescia en 1577, mort à Rome en 1644).

Disciple de Galilée et abbé d'un couvent de Bénédictins. Il professa les Mathématiques à Pise et à Rome. Il peut être regardé comme le créateur de la théorie des eaux courantes. Il a laissé un *Traité de la mesure des eaux courantes* (Rome, 1638), qui a été traduit en français en 1664.



VAN HELMONT (JEAN-BAPTISTE).

(Né à Bruxelles en 1577, mort en 1644).

Sa mère, Marie de Stassart, appartenait à une ancienne et noble famille belge; son père était seigneur de Mérode, de Royendorch, etc. Van Helmont n'avait encore que trois ans lorsqu'il perdit son père. Il fit ses humanités à l'Université de Louvain, dirigée par les Jésuites. Ayant découvert « qu'on n'avait nourri

son esprit que de mots et qu'il ne savait rien, » il se mit à étudier seul la Géométrie, l'Algèbre, la Physique et l'Astronomie.

Comme il était le plus jeune de ses frères, sa carrière devait être l'Église. On lui offrit un canonicat, mais il refusa ; on voulut le diriger vers l'étude du droit, mais il ne put s'y faire. Il voulait être médecin, et rêvait de consacrer son temps et ses soins au soulagement des malheureux, ce qu'il finit par faire, avec la plus grande abnégation et aux dépens même de sa santé, lorsque lui vinrent la fortune et l'indépendance.

Sa mère ne le voyait qu'avec beaucoup de regrets se préparer à l'exercice d'un art si inconnu à ses ancêtres. Van Helmont, ne voulant pas l'affliger davantage, abandonna momentanément ses projets, aussitôt qu'il eût conquis le grade de docteur en médecine à l'Université de Louvain, et se mit à voyager.

Il employa dix ans à parcourir l'Allemagne, la France, où il visita Ambroise Paré et Bernard Palissy, l'Italie, la Suisse, l'Espagne et la Hollande, fréquentant partout les écoles en renom, recherchant la société des savants, surtout des médecins, et courant au-devant des épidémies, pour secourir les malades et se perfectionner dans l'art de guérir.

Une maladie de la peau, dont il se trouva atteint, l'induisit à prendre connaissance des moyens curatifs préconisés par Paracelse ; il y recourut, se guérit, et devint dès lors un chaud partisan de la doctrine de ce rénovateur de la pharmacopée.

De retour en Belgique, il épousa une jeune fille extrêmement distinguée, Marguerite Van Rauste, de la famille des comtes de Mérode, qui devint une digne épouse et une mère tendre et dévouée. Il se retira alors dans sa terre de Vilvorde, près de Bruxelles, pour se livrer entièrement à l'étude de la Chimie et à

l'exercice gratuit de la Médecine, en faveur des paysans de son voisinage.

L'Électeur de Cologne, l'Empereur Rodolphe II, ainsi que ses successeurs Mathias et Ferdinand II, employèrent tous les moyens pour l'attirer près d'eux et se l'attacher; mais il refusa toutes les offres qu'on put lui faire.

Aussi pieux pour lui-même que dévoué à ses semblables, et aussi savant que peu enclin à faire étalage de son savoir, Van Helmont aurait au moins dû être laissé à l'existence paisible et utile qu'il s'était faite. On ne s'explique pas, en effet, comment ni pourquoi l'Inquisition vint faire peser sur lui sa lourde main.

Le 3 mars 1634, l'archevêque de Malines délivra à l'official l'autorisation de se saisir de la personne de Van Helmont, de ses papiers et de ses biens. Il fut enfermé dans le couvent des Frères-Mineurs; il demeura quatre années dans différentes prisons, puis on le laissa un beau jour retourner chez lui sans avoir pu asseoir son procès sur quelque vraisemblance. Sa belle-mère et Catherine de Médicis avaient réussi à le tirer des griffes du Saint-Office; mais il demeura toujours sous le coup de la poursuite qui lui avait été intentée, et ce n'est que deux ans après sa mort que sa veuve obtint de l'archevêque de Malines la mise à néant de l'inculpation portée contre lui.

Il était encore en prison lorsque la peste enleva deux de ses fils à qui il ne put obtenir d'aller donner ses soins.

Aussitôt libre, il retourna à ses malades à qui il continua de se dévouer. Il mourut d'une fluxion de poitrine contractée, par une journée glaciale, dans une de ses visites à un malade dont la demeure était très éloignée de son château.

Ses œuvres ont été publiées après sa mort, par son fils, sous le titre de *Ortus Medicinæ.*

Van Helmont est l'un des premiers chimistes qui signalèrent l'existence des corps gazeux et se mirent à les étudier, autant que cela se pouvait faire, sans savoir encore les recueillir dans une éprouvette, sur la cuve à eau ou à mercure.

« Le charbon, dit-il, et en général les corps qui ne se résolvent pas immédiatement, dégagent par leur combustion de l'*esprit sylvestre.* Ainsi soixante-deux livres de charbon de chêne donnent une livre de cendre. Les soixante et une livres qui manquent ont formé de l'esprit sylvestre. Cet esprit jusqu'ici inconnu, je l'appelle *gaz.* Il y a des corps qui renferment cet esprit et qui s'y résolvent presque entièrement; il y est alors comme fixé ou solidifié. On le fait sortir de cet état par le ferment, comme cela s'observe dans la fermentation du vin, du pain, de l'hydromel, etc. »

Il constate en effet, comme suit, la production de gaz dans toutes les fermentations :

« Une grappe de raisin non endommagée se conserve et se dessèche; mais, l'épiderme enlevé, le raisin se met à fermenter. Le moût de vin éprouve, sous l'influence du ferment, comme un mouvement d'ébullition dû au dégagement du gaz; ce gaz comprimé dans les tonneaux rend les vins pétillants et mousseux. »

Van Helmont recherche ce même gaz sylvestre dans toutes ses autres manifestations, d'abord dans l'action des acides sur des matières calcaires : « au moment où le vinaigre dissout des pierres d'écrevisses, il se dégage de l'esprit sylvestre; » en second lieu dans les cavernes, les mines et les celliers : il cite la grotte du Chien près de Naples et dit qu'on peut être instantanément asphyxié par le

gaz sylvestre; troisièmement, dans les eaux minérales telles que celles de Spa, enfin il le voit encore dans le tube digestif.

Cependant il distingue au sujet des gaz provenant des intestins : « les gaz de l'estomac éteignent la flamme; ceux qui sortent du gros intestin s'allument; ceux qui se forment dans l'intestin grêle ne sont pas inflammables; les cadavres nagent sur l'eau, à cause des gaz qui s'y forment par la putréfaction... » mais il leur donne à tous le même nom de *gaz sylvestre*.

Voici une expérience de lui très remarquable pour le temps : « placez une bougie dans une cuvette, versez un peu d'eau dans cette cuvette et recouvrez la bougie allumée avec une cloche de verre renversée. Vous verrez bientôt l'eau s'élever dans la cloche, comme par succion, et la flamme s'éteindre. »

Van Helmont qui, comme on vient de le voir, attribuait libéralement la qualité *sylvestre* à bien des gaz, en étudia encore plusieurs autres : le *gaz du sel* qu'il obtenait par la réaction de l'eau forte sur le sel marin ou le sel ammoniac; le gaz sulfureux, produit de la combustion du soufre; et le gaz nitreux provenant de l'action de l'eau-forte sur l'argent.

En présence des singulières dissemblances présentées par tous ces gaz, il se décide à les regarder en bloc comme de la vapeur d'eau.

Voici ce qui l'amena à cette conclusion :

« Je mis, dit-il, deux cents livres de terre dans une caisse et j'y plantai un petit saule pesant cinq livres : il se trouva qu'au bout de cinq ans le saule pesait cent soixante-neuf livres, n'ayant jamais été arrosé qu'avec de l'eau pure; je fis de nouveau peser la terre et je lui trouvai le même poids de deux cents livres; l'eau seule avait donc suffi pour produire cent soixante-quatre livres

de bois. » Il concluait de là que « l'eau pouvait se transformer en toutes sortes de matières. »

C'est Van Helmont qui obtint le premier la *liqueur de cailloux* (silicate de potasse); il signala les fonctions du suc gastrique et de la bile dans la digestion, il croyait à *l'esprit vital*; il réforma la Chimie pharmaceutique en enseignant à extraire de chaque plante médicinale la partie vraiment utile, d'après la méthode qu'avait déjà suivie Paracelse.



HARVEY (WILLIAM).

(Né à Folkestone le 2 avril 1578, mort à Londres le 3 juin 1658.)

Son père était marchand. Harvey, après avoir terminé ses études littéraires au collège de Canterbury, alla étudier la Médecine à Padoue, où il fut reçu docteur en 1602; il parcourut ensuite l'Allemagne, la France et l'Italie, pour y entendre les professeurs les plus illustres, se fit de nouveau recevoir docteur à Cambridge et se fixa, en 1604, à Londres, où il épousa bientôt après la fille d'un médecin recherché.

Nommé professeur d'Anatomie et de Chirurgie au collège de Médecine, il commença vers 1613 à répandre, parmi ses élèves, ses idées sur la circulation du sang. Toutefois, ce n'est qu'en 1629 qu'il publia à Francfort son premier et immortel ouvrage : *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis circulatione in animalibus.* Il y établissait sa grande découverte sur une foule de preuves concordantes : quand les ventricules se resserrent, l'aorte et l'artère pulmonaire se dilatent et réciproquement;

les oreillettes se meuvent ensemble et les ventricules ensemble, mais alternativement; les oreillettes, en se contractant, chassent le sang dans les ventricules et ceux-ci l'envoient, le droit dans la veine artérieuse ou artère pulmonaire, le gauche dans l'aorte, d'où il se répand dans tout le corps. Toute la masse du sang passe en très peu de temps des veines caves dans les artères; les veines le ramènent continuellement au cœur, d'où il se rend aux poumons pour revenir revivifié au cœur. Si on lie les veines caves, le cœur se vide; si on lie les artères, le cœur se gonfle. Les artères liées se gonflent au-dessus de la ligature, c'est-à-dire du côté du cœur; au contraire les veines liées se gonflent au-dessous de la ligature, c'est-à-dire du côté des extrémités des membres, etc.

Harvey avait été successivement médecin de Jacques Ier et de Charles Ier; il crut devoir suivre son maître durant la guerre civile. Sa maison de Londres fut pillée et ses papiers brûlés. Il revint à Londres après la mort du roi, mais il y vécut très retiré. La présidence du collège de Médecine lui fut de nouveau offerte en 1656, mais il la refusa. Il avait publié, en 1651, son second grand ouvrage : *Exercitationes de generatione animalium.*

« La découverte de la circulation du sang, dit M. Flourens, n'appartient pas et ne pouvait guère appartenir à un seul homme, ni même à une seule époque; il a fallu détruire plusieurs erreurs et à chacune de ces erreurs substituer une vérité. Galien combattait déjà Erasistrate (qui croyait les artères remplies d'air seulement, parce qu'en effet, on ne trouve pas de sang dans les artères d'un animal mort; mais Galien en ouvrant des artères d'animaux vivants, y constata, nombre de fois, la présence du sang rouge); il ouvrait la route qui, suivie depuis par Vésale,

Servet, Colombo, Césalpin et Fabricio d'Aquapendente, nous a conduits à Harvey. »

Voici, en deux mots, quelles furent les étapes du progrès sur ce point. Galien croyait que le sang passe directement d'un ventricule du cœur dans l'autre; Vésale montra qu'il n'y a aucune communication directe entre les deux ventricules, mais il n'alla pas plus loin; Servet, Colombo et Césalpin découvrirent ensuite le circuit par lequel a lieu la communication de l'oreillette droite au ventricule gauche, par le ventricule droit, l'artère pulmonaire, les veines pulmonaires et l'oreillette gauche. Mais communication ne veut pas dire circulation, et la preuve que la circulation n'était pas encore entrevue avant Harvey, c'est que Fabricio d'Aquapendente, qui venait de découvrir les valvules des veines, n'en soupçonnait pas l'usage.

Presque tous les historiens mettent une sorte de gloriole à découvrir péniblement, chez les devanciers des grands hommes, des lambeaux de phrases, le plus souvent sans signification caractérisée, d'où l'on puisse inférer que ces prétendus grands hommes n'ont en réalité rien inventé. Mais pourquoi s'arrêtent-ils en si beau chemin, pourquoi ne s'en prennent-ils pas ensuite aux devanciers, puis aux devanciers des devanciers, etc. Les découvertes n'existant plus, l'histoire en serait bien simplifiée!

Chose singulière! les contemporains des inventeurs les tournent en ridicule, les accablent de quolibets, les poursuivent de leur haine, de toutes les manières possibles, afin certainement (c'est la seule explication que j'aperçoive) de bien mettre en évidence la nouveauté, l'imprévu et la beauté des découvertes desdits inventeurs; puis, quand la lumière est bien faite sur ce point, quand un inventeur a été bien martyrisé de toutes les

façons, arrive un historien qui démontre que la découverte n'était plus à faire depuis longtemps !

On pourrait bien demander que les contemporains se fissent immédiatement historiens, mais ils répondraient que s'ils avaient aperçu la découverte dans les textes anciens, ils auraient commencé par se l'approprier. Alors il est probable que les choses resteront en l'état. Les inventions nouvelles continueront d'être conspuées par les contemporains, et les historiens continueront de montrer qu'avant que la lumière fût, la chandelle, du moins, existait ; il ne manquait plus que l'allumette : peu de chose ! un éclair de génie, simplement.

« Ce que je vais annoncer, disait Harvey, est si nouveau que je crains d'avoir tous les hommes pour ennemis, tant les préjugés et les doctrines, une fois acceptés, sont difficiles à déraciner. »

Ce qu'il avait prévu ne manqua pas d'arriver. Nous trouvons d'abord un certain docteur Primerose, qui n'a garde de faire grande dépense de recherches ou de vérifications : « A quoi bon, dit-il, cette découverte de la circulation du sang ; les anciens medecins l'ignoraient, et cela ne les empêchait pas de guérir leurs malades ? » Un autre, Parisiani, élève de Fabricio, répond à Harvey, qui avait signalé les sensations externes que produisent les battements du cœur : « A Londres, cela est possible, mais, en Italie, c'est autre chose ; il paraît que nous sommes sourds ici, car nous n'entendons rien du tout. »

Riolan, doyen de la Faculté de Médecine de Paris et médecin de Marie de Médicis, traitait de fausses et d'absurdes les idées de Harvey, et disait, sans doute pour montrer la sûreté de ses informations : « Dieu seul sait ce qui se passe dans notre cœur. »

Enfin le successeur de Riolan, Guy Patin, égaya longtemps la cour et la ville aux dépens de Harvey et des circulateurs.

C'est Descartes qui, en France, prit le premier la défense de Harvey; mais la victoire n'était pas encore décidée du temps de Molière qui lance ce trait par l'organe de Diafoirus : « Ce qui me plaît de ce docteur, et ce en quoi il suit mon exemple, c'est qu'il s'attache aveuglément aux opinions de nos anciens, et qu'il n'a jamais voulu comprendre ni écouter les raisons et les expériences touchant la circulation du sang et autres opinions de même farine. »

Les recherches de Harvey sur la génération avaient laissé à faire bien des découvertes nouvelles, mais enfin il avait pu terminer son travail par cet aphorisme : *omne animal ex ovo*, tout animal vient d'un œuf.

Dégoûté des querelles que lui avait suscitées son premier ouvrage, Harvey ne voulait pas publier son *Traité de la génération;* il ne céda qu'aux sollicitations incessantes de son ami le docteur Ernst, qui se chargea de tous les soins de la publication.

FOSCARINI (PAUL-ANTOINE).

(Né vers 1580, mort vers 1616.)

Carme et recteur de la province de Calabre. Il adopta les idées de Copernic et de Galilée, et s'efforça, dans une *Lettera sopra l'opinione de Pittagorici e del Copernico, della mobilita della terra e stabilita del sole* (Naples, 1615), de montrer que cette

opinion n'est pas incompatible avec le texte de la Bible. La Congrégation de l'Index ordonna la suppression des principaux passages de cet opuscule.

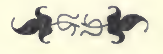
FAULHABER (JEAN).

(Né à Ulm en 1580, mort en 1635.)

Fils d'un tisserand, il exerça lui-même cette profession, étudia ensuite, probablement seul, devint professeur de Mathématiques, puis inspecteur des poids et mesures.

Il composa un certain nombre d'ouvrages sur l'Arithmétique, la Géométrie, la Mécanique, la Fortification ; mais il est surtout connu à cause de son *Recueil de récréations mathématiques*, en allemand (1913).

Descartes, qui avait rencontré Faulhaber pendant son voyage en Allemagne, se lia d'amitié avec lui, et laissa partir le duc de Bavière, dans les troupes de qui il servait, pour jouir de la conversation de son nouvel ami.



ROTH (PÉTER).

(Né à Ingolstadt (Bavière) vers 1580, mort en 1617.)

On a de lui une Algèbre intitulée : *Arithmetica philosophica*. L'auteur y traite des équations du troisième et du quatrième degré, et y donne la solution des cent soixante questions posées par Faulhaber dans son *Arithmetische cubicossiche*.

PEIRESC (NICOLAS-CLAUDE FABRI DE).

(Né à Beaugensier en Provence en 1580, mort à Aix en 1637.)

Il était conseiller au Parlement d'Aix et énormément riche. Bayle l'avait surnommé le *Procureur général de la littérature*, parce que ses collections de médailles, d'objets d'art, de livres et de manuscrits, d'histoire naturelle, etc., étaient à la disposition de tous les savants.

Il avait fait de nombreux voyages et en avait profité pour se lier avec la plupart des savants d'Europe, auxquels il ne cessait de rendre des services de toutes sortes. Il s'entremit notamment en faveur de Galilée lors de son procès.

C'est lui qui apprit aux antiquaires à retrouver les inscriptions disparues, en étudiant la disposition des marques laissées sur les murs par les clous qui avaient servi à attacher les caractères. Il a aussi répandu des idées justes sur les révolutions du Globe et les phénomènes volcaniques.

Sa mort fut un deuil public dans tout le monde lettré.

Il a laissé un assez grand nombre de manuscrits; on a publié une partie de sa correspondance. Gassendi a écrit sa biographie en latin.



WENDELIN (GODEFROI).

(Né en Hollande en 1580, mort en 1660.)

Après avoir visité Rome et une partie de l'Italie, il vint établir à Digne une école qui a eu un grand nombre d'élèves. Il se rendit ensuite à Paris, où il se fit recevoir avocat au Parlement. A son

retour en Hollande, en 1610, il embrassa l'état ecclésiastique.

Il vérifia, sur les satellites de Jupiter, considérés par rapport à la planète, les lois que Képler avait établies pour les planètes rapportées au Soleil.

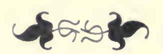
Il donna une évaluation de la variation séculaire de l'obliquité de l'écliptique et une valeur de la parallaxe du Soleil.



VERNIER (PIERRE).

(Né à Ornans vers 1580, mort dans la même ville en 1637.)

Inventeur de l'instrument qui porte son nom. Il fut capitaine commandant du château de sa ville natale pour le roi d'Espagne, et directeur général des monnaies de la Comté de Bourgogne. On a de lui : *Construction, usage et propriétés du quadrant nouveau de Mathématiques* (Bruxelles, 1631). C'est dans cet ouvrage qu'est décrit le vernier, qui a quelques rapports avec l'instrument qu'avait inventé Nonius.



BEAUSOLEIL (JEAN DU CHATELET, BARON DE).

(Né en Brabant vers 1580, mort vers 1645.)

Alchimiste et minéralogiste. Il parcourut la plupart des contrées de l'Europe à la recherche de mines productives et visita deux fois la France, en 1602 et en 1626, avec l'autorisation nécessaire pour y faire des études métallurgiques. Richelieu reçut les mémoires de Beausoleil et de sa femme Martine de Bertereau, mais fit arrêter l'un et l'autre, on ne sait pourquoi. Deux mé-

moires de Martine de Beausoleil sont intitulés : *Véritable déclaration faite au roi et à nos seigneurs de son Conseil des riches et inestimables trésors nouvellement découverts dans le royaume de France* (Paris, 1632), et *Restitution de Pluton au cardinal de Richelieu des mines et minières de France* (Paris, 1640). La mort dans un cachot de la Bastille fut la récompense accordée aux travaux des deux époux.

MÉZIRIAC (CLAUDE-GASPARD BACHET DE).

(Né à Bourg-en-Bresse en 1581, mort en 1638.)

Il apprit le grec, le latin, l'hébreu, l'italien, l'espagnol, et étudia profondément les Mathématiques. L'Académie française le reçut en 1625 au nombre de ses membres.

Ses ouvrages mathématiques sont : *Problèmes plaisants et délectables qui se font par les nombres* (Lyon, 1624), réimprimé par M. Gauthier-Villars en 1876; *Éléments arithmétiques*, retrouvés par M. Charles Henry, qui contiennent un grand nombre de propositions sur les nombres premiers, les puissances et les proportions arithmétiques, géométriques et harmoniques, et une traduction des œuvres de Diophante sous le titre *Diophanti Alexandrini arithmeticorum libri sex et de numeris multangulis liber unus* (Paris, 1621).

Les *Problèmes plaisants et délectables* contiennent la solution du problème général de l'analyse indéterminée du premier degré. On trouve dans cet ouvrage une remarque intéressante sur la solution du problème antique : trois maris jaloux arrivent

avec leurs femmes au passage d'une rivière et trouvent un bateau qui ne peut contenir plus de deux personnes à la fois; comment ces six personnes pourront-elles passer la rivière sans qu'aucune femme demeure, sur l'un ou l'autre bord, séparée de son mari, en la compagnie d'un des autres hommes, ou de deux?

Bachet démontre que le problème ne comporte qu'une seule solution au moyen de six passages au plus; il fait remarquer ensuite que Tartaglia s'est trompé dans la solution qu'il donne du problème analogue, en supposant quatre couples.



GUNTER (EDMOND).

(Né dans le Hertfordshire en 1581, mort en 1626.)

Professeur d'Astronomie au collège de Gresham. Il paraît avoir le premier employé les expressions de cosinus, cotangente et cosécante, au lieu de sinus, tangente et sécante du complément de l'arc considéré.

Il a aussi le premier construit des tables des logarithmes des sinus et tangentes.

Enfin, la règle à calcul est de son invention; on la désigne encore en Angleterre sous le nom d'*échelle de Gunther*.



BAINBRIDGE.

(Né en 1582. mort en 1643.)

Fut appelé à la chaire d'Astronomie d'Oxford, pour ses observations sur la comète de 1618. Il a donné des éditions latines de Proclus et de Ptolémée.

MORIN (JEAN-BAPTISTE).

(Né à Villefranche (Beaujolais) en 1583, mort à Paris en 1656.)

Etudia la Philosophie à Aix, la Médecine à Avignon, et se fit recevoir docteur en 1613. Il s'adonna ensuite à l'Astrologie judiciaire, et sut se faire bien venir de Richelieu. Nommé professeur de Mathématiques au Collège de France, en 1630, il attaqua violemment Copernic.

Philippe III et les États de Hollande avaient proposé des prix pour la solution du problème des longitudes. Morin indiqua plusieurs méthodes théoriquement exactes, et proposa d'importants perfectionnements aux instruments en usage, notamment la substitution de verniers aux pinnules.

Le cardinal de Richelieu nomma, pour examiner les prétentions de Morin, une commission de savants composée de Chambon, Pascal, Mydorge, Boulanger et Hérigone, qui, tenant tous pour le système de Copernic, ne devaient pas être bien disposés envers Morin; cette commission, ne voulant en effet rien voir de bon dans ce qu'on lui proposait, rendit un arrêt injurieux pour Morin.

« Morin, dit Delambre, n'avait pas droit au prix qu'il réclamait comme une chose due, mais on lui devait quelques éloges et quelques encouragements; on devait lui faire espérer au moins une partie du prix, s'il venait à perfectionner quelques idées heureuses qu'il avait eues. Déclarer durement que ses procédés ne contribueraient en rien à la bonté des observations et à l'amélioration des tables était une assertion fausse, et l'événement l'a complètement démentie : l'établissement d'un observatoire permanent, une suite non interrompue d'observations pendant un

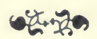
temps indéfini, les lunettes adaptées au cercle, le vernier substitué à la division par transversales, les efforts de Morin pour trouver le moyen de placer l'astre au milieu du champ de la lunette, voilà certes des améliorations importantes qui devaient infailliblement augmenter la précision des tables. »

Morin adressa son livre à Galilée, à Gassendi, à Gautier, à Longomontanus, à Hortensius, et reçut des réponses presque toutes favorables. Il réclama ensuite des États de Hollande le prix qu'ils avaient promis; mais les États ne répondirent point.

La dernière partie de son ouvrage contenait quelques remarques neuves sur la détermination des parallaxes et des réfractions.

« Son traité des parallaxes était, dit Delambre, le meilleur et le plus complet qui existât à cette époque. Il paraît avoir eû le premier la pensée que la réfraction doit être variable avec l'état atmosphérique. »

Mazarin lui rendit justice et lui fit, en 1645, une pension de 2000 livres, sur un de ses propres bénéfices.



GRÉGOIRE DE SAINT-VINCENT.

(Né à Bruges en 1584, mort à Gand en 1667.)

Il professa les Mathématiques dans divers collèges de la Compagnie de Jésus, dont il faisait partie.

Il s'est rendu célèbre par la publication d'un livre contenant de bonnes choses, mais où il annonçait la quadrature du cercle, qui n'y était naturellement pas.

Ce livre était intitulé : *Quadraturæ circuli et sectionum coni*;

il parut à Anvers en 1647. Il contient l'indication des analogies qui existent entre la quadrature du cercle et celles des autres coniques; et la quadrature de l'hyperbole rapportée à ses asymptotes. Grégoire de Saint-Vincent démontrait, en effet, que si l'aire de la courbe croît en progression arithmétique, l'abscisse croît en progression géométrique.

Grégoire de Saint-Vincent n'obtint que des dédains de la part de ses contemporains. Leibniz et Huyghens réhabilitèrent sa mémoire. Leibniz dit : *Etsi Gregorius a sancto Vincentio quadraturam circuli et hyperbolæ non absolverit, egregia multa tamen dedit.*

Il a laissé de nombreux manuscrits formant treize volumes in-folio, que possède la bibliothèque de Bruxelles. M. Quételet, qui les a découverts, dit qu'il serait à désirer qu'un ami des Sciences prît la peine de les examiner. Ce serait, en effet, d'autant plus à souhaiter que, Grégoire de Saint-Vincent ayant été beaucoup décrié par ses contemporains, il est probable que personne n'a eu l'idée de voir, après sa mort, ce que pouvaient contenir les papiers qu'il avait laissés.

Grégoire de Saint-Vincent paraît être l'un des premiers géomètres qui, pour faciliter la détermination des volumes engendrés par la révolution des aires planes, aient considéré l'espèce de solides qui jouent un si grand rôle dans les ouvrages de Pascal et de Huyghens, sous les noms d'*onglets* et de *coins*.

J'ai eu beaucoup de peine à me procurer le grand ouvrage de Grégoire de Saint-Vincent, et j'allais renoncer à en donner l'analyse, lorsqu'un de mes amis l'a découvert dans les combles de la bibliothèque de la Sorbonne, de sorte que j'ai pu en avoir communication.

Cet ouvrage est en deux volumes, mais la pagination se suit de l'un à l'autre; il contient 1225 pages in-folio et est divisé en dix livres.

Le premier livre traite des proportions et de quelques propriétés des triangles et des rectangles; le second, des progressions géométriques; le troisième, le quatrième et le cinquième traitent du cercle, de l'ellipse et de la parabole, considérés comme sections coniques; ils contiennent de curieux rapprochements entre les trois courbes, mais nous ne pourrions même les indiquer sans tomber dans des détails interminables.

Le sixième livre traite de l'hyperbole. C'est dans ce livre qu'on trouve la quadrature de l'hyperbole entre ses asymptotes. Voici effectivement l'énoncé de la proposition CXXX :

Sint AB, BC, *asymptoti hyperbolæ*, *et ponantur parallelæ asymptoto* DH, EI, FK, GL, CM, *auferentes segmenta æqualia* HE, IF, KG, LC : *dico lineas* HD, IE, KF, LG, MC *esse in continua analogia.*

C'est-à-dire : soient BA et BC les asymptotes de l'hyperbole, dont le centre est en B, et soient menées, des points D, E, F, G, C de l'asymptote BC, des parallèles à l'asymptote BA, lesquelles coupent la courbe en H, I, K, L, M : si ces ordonnées interceptent des segments équivalents, elles forment une progression géométrique.

C'est bien notre proposition que, si l'aire de la courbe croît en progression arithmétique, l'abscisse croît en progression géométrique, puisque les ordonnées sont inversement proportionnelles aux abscisses; mais il est curieux de remarquer que Grégoire de Saint-Vincent énonce le théorème par rapport aux ordonnées et non par rapport aux abscisses. Au reste, non seule-

ment il ne fait à ce sujet aucune allusion aux logarithmes, mais il donne son théorème sans commentaires, en sorte qu'il y a lieu de penser qu'il n'y voit pas, comme nous, la véritable quadrature de l'hyperbole. C'est, en effet, celle qu'il n'a pas trouvée qu'il cherchait; quant à celle qu'il a trouvée, elle ne lui paraît pas mériter une mention, quoique probablement elle soit comprise dans les *egregia* dont parle Leibniz.

Ce sixième livre se termine par un chapitre intitulé : *Spiralis et parabolæ symbolizatio*, c'est-à-dire assimilation de la spirale (d'Archimède) avec la parabole. L'étude des analogies des deux courbes a été reprise depuis par de Sluze et par Pascal.

Le septième livre est intitulé : *Ductus plani in planum;* c'est-à-dire : *Duction d'une aire plane sur une aire plane.*

C'est la partie originale de l'ouvrage. Ce genre de duction ne relève en rien de la théorie de Viète, et l'on pourrait dire qu'il est en dehors de toute théorie. Voici en quoi il consiste :

Les deux aires sont supposées avoir un côté égal, que nous appellerons leur base : on place l'un sur l'autre ces deux côtés égaux, en même temps qu'on dirige le plan de l'une des figures perpendiculairement à celui de l'autre; les deux bases sont divisées en un très grand nombre de parties respectivement égales, et, par les points de division, on a élevé, dans chacune des figures, des perpendiculaires à la base, terminées au contour de la figure et que nous désignerons sous le nom d'ordonnées des deux figures : les deux aires étant placées comme il a été dit, les ordonnées de l'une coupent celles de l'autre sur la base, devenue commune, et leur sont perpendiculaires; on achève les rectangles formés de deux ordonnées correspondantes, et l'on obtient ainsi le squelette d'un solide, que Grégoire de Saint-Vincent appelle

le produit des deux aires. Pascal s'est servi depuis de la même expression, toute vicieuse qu'elle est.

Voici les énoncés de quelques propositions :

Un quarré duit sur lui-même produit un cube;

Un triangle rectangle duit sur un rectangle produit un prisme triangulaire (on suppose que l'un des côtés de l'angle droit du triangle est égal à l'un des côtés du rectangle et qu'on les place l'un sur l'autre);

Un triangle rectangle duit sur lui-même (par un des côtés de l'angle droit) produit une pyramide quadrangulaire; si, avant de le duire sur lui-même, par un des côtés de l'angle droit, on a retourné le triangle rectangle, le solide qui provient de la duction est une pyramide triangulaire, qui est moitié de la précédente.

Si trois rectangles ayant même base sont continuement proportionnels, le solide formé du moyen duit sur lui-même est égal au solide formé des extrêmes duits l'un sur l'autre.

Il semblerait que, dans les propositions suivantes, Grégoire de Saint-Vincent ne s'entend plus très bien lui-même, car il y duit les unes sur les autres des aires qui n'ont plus de côtés communs. Ce sont des triangles ou des trapèzes de même hauteur, mais obliquangles, et l'on ne voit pas du tout comment il les dispose. On est tenté, en le lisant, de croire qu'il en est venu à regarder la duction de deux aires l'une sur l'autre, qui n'est tout simplement qu'une construction réalisable dans certaines conditions, comme correspondant à une opération arithmétique capable d'être définie par rapport aux deux aires considérées.

Ses propositions n'en sont pas moins exactes, si on les interprète convenablement.

Il faut, pour cela, supposer qu'il place l'une sur l'autre les

deux hauteurs égales des deux figures, et qu'il dispose leurs plans rectangulairement, en croisant, lorsque cela est nécessaire, les deux figures de manière qu'elles se traversent mutuellement; et qu'il achève, dans les quatre angles dièdres que forment leurs plans, les solides provenant des ductions mutuelles des parties de l'une d'elles sur les parties de l'autre. Dans cette hypothèse, la hauteur, devenue commune, partage chacune des deux figures en deux parties, A et B pour la première, C et D pour la seconde. Il est bien clair que C se trouve, par là, duit séparément sur A et B, d'un côté du plan de la figure composée de A et de B, et que D est duit, de l'autre côté du même plan, sur les mêmes parties A et B; en sorte que le solide formé suivant la règle est effectivement composé

de C duit sur A, de C duit sur B, de D duit sur A et de D duit sur B.

Mais Grégoire de Saint-Vincent voit sans doute dans ce solide le résultat de la duction de C + D sur A + B, car il ne se donne pas même la peine de démontrer que le volume résultant de la construction est indépendant des positions occupées dans les deux figures par les hauteurs que l'on a fait coïncider.

Le fait est facile à voir, car, si, par exemple, on déplace parallèlement à elle-même, d'une quantité h, la hauteur qui décompose la seconde figure, de façon à augmenter C aux dépens de D, les deux corps formés de C duit sur A et de C duit sur B augmentent de

$$h\,(A + B),$$

tandis que les deux autres corps, formés de D duit sur A et de D duit sur B, diminuent de la même quantité; mais, je le répète,

Grégoire de Saint-Vincent n'a pas l'air de se douter que sa théorie, pour se tenir droite, a besoin de cette justification.

Quoi qu'il en soit, il établit ces deux propositions : Si trois trapèzes de même hauteur ont leurs grandes bases continuement proportionnelles, ainsi que leurs petites bases, le solide formé de la duction des trapèzes extrêmes sera égal au solide formé de la duction du moyen sur lui-même; et, si quatre trapèzes de même hauteur ont leurs grandes bases proportionnelles, ainsi que leurs petites bases, le solide formé de la duction mutuelle des extrêmes sera égal au solide formé de la duction des moyens.

Mais, un peu plus loin, il duit l'une sur l'autre des figures curvilignes, bordées d'un côté par une même courbe, en redressant les ordonnées de l'une des deux figures, comptées à partir de cette courbe, perpendiculairement au plan de l'autre. Or, l'aire de la figure dont les ordonnées sont redressées est, par là, complètement altérée, ce qui fait qu'on y perd sinon son latin, au moins celui de l'auteur, que l'on ne peut plus suivre.

Les propositions énoncées n'en sont peut-être pas moins justes; mais on peut, je crois, dire que la théorie qui en forme le lien n'a plus aucun caractère scientifique.

Le huitième livre traite des proportions géométriques.

Le neuvième contient une théorie des onglets cylindriques (*ungula cylindrica*), dont nous avons déjà dit un mot. « Un onglet cylindrique, dit Grégoire de Saint-Vincent, est la partie d'un cylindre retranchée par un plan passant par un diamètre de la base et comprise entre la demi-base (circulaire ou elliptique) et la superficie cylindrique. Nous avons vu que Képler s'était déjà servi de la considération de ces onglets.

Le même livre se termine par une étude des conoïdes des anciens.

Enfin, le dixième livre traite de la quadrature du cercle et de l'hyperbole, c'est-à-dire « de la réduction des aires de segments du cercle ou de l'hyperbole à des aires terminées par des contours polygonaux. » Mais Grégoire de Saint-Vincent, dans la solution qu'il donne du problème, suppose qu'on sache construire des longueurs représentées en nombres par des logarithmes.

M. Quételet fait presque un grand homme de Grégoire de Saint-Vincent. Il nous semble qu'il y a dans ce jugement tout juste autant d'exagération que de patriotisme local.



MYDORGE (CLAUDE).

(Né à Paris en 1585, mort en 1647.)

Il appartenait à une illustre famille de robe (sa mère était une Lamoignon). Il fut d'abord conseiller au Châtelet, puis trésorier de la généralité d'Amiens.

Ami de Descartes et passionné pour les Sciences, il dépensa, dit-on, 100000 écus, dans des essais de fabrication des verres elliptiques et hyperboliques décrits par son ami.

Il a composé divers ouvrages de Sciences; entre autres : *Prodromus catoptricorum et dioptricorum* (Paris, 1631), qui contient la solution générale du problème de placer une conique donnée sur un cône donné, qu'Apollonius n'avait résolu que pour un cône droit; *Examen du livre des* Récréations mathématiques *du P. Leurechon,* publié en 1630; des écrits sur la *Lumière,* l'*Ombre* et la *Sciothérique*, qui ont disparu; enfin un recueil, resté manuscrit, de 1002 problèmes graphiques, dont M. Charles Henry a publié les énoncés en 1882. On trouve dans

ce manuscrit d'élégantes constructions, d'abord pour la transformation des figures polygonales les unes dans les autres, ensuite pour la quadrature des figures courbes exactement quarrables.

MERSENNE (MARIN).

(Né dans le Maine en 1588, mort à Paris en 1648.)

Il fit ses études au collège de La Flèche, où il eut Descartes pour condisciple. Quoiqu'il fût plus âgé que Descartes, ils se lièrent d'une amitié qui ne se démentit pas.

Au sortir du collège, Mersenne entra chez les religieux Minimes, au couvent de Meaux, où il fit son noviciat, puis fut admis comme religieux dans la maison de Nigeon, près Paris.

Baillet, dans sa *Vie de Descartes*, a tracé de lui le portrait suivant : « Mersenne était le savant du siècle qui avait le meilleur cœur; on ne pouvait l'aborder sans se laisser prendre à ses charmes. Jamais mortel ne fut plus curieux pour pénétrer les secrets de la nature et porter les Sciences à leur perfection.

« Les relations qu'il entretenait avec tous les savants en avaient fait le centre de tous les gens de lettres. C'était à lui qu'ils adressaient leurs doutes pour être proposés, par son moyen, à ceux dont on attendait les solutions; faisant à peu près dans la république des lettres la fonction que fait le cœur dans le corps humain. »

Mersenne n'a pas seulement rendu service aux Sciences par l'émulation qu'il excitait entre les principaux géomètres de l'Europe; un grand nombre d'expériences, qu'il fit sur la résistance des solides, sur l'écoulement des liquides et l'influence des aju-

tages, sur les vibrations des corps élastiques, etc., ont contribue à répandre quelques idées justes sur des matières alors bien obscures.

Outre des ouvrages de Théologie pure, il a laissé : *Les Méchaniques de Galilée*, traduites en français (Paris, 1634); *Cogitata physico-mathematica* (Paris, 1644), qui renferment, sur les théories des nombres premiers et des nombres parfaits, des théorèmes empruntés à Fermat ou à Frénicle et qui n'ont pas encore été démontrés ; *Universæ Geometriæ mixtæque Mathematicæ synopsis* (1664); *Novæ observatiònes physico-mathematicæ.*



RICHARD (CLAUDE).

(Né à Ornans en 1589, mort à Madrid en 1664.)

Il entra chez les Jésuites en 1606, pendant un voyage qu'il fit à Rome, professa l'hébreu et les Mathématiques à Lyon, puis occupa, pendant quarante ans, de 1624 à 1664, une chaire de Mathématiques à Madrid. Il a publié : *Commentarius in omnes libros Euclidis* (Anvers, 1645); *Commentarii in Apollonii Pergæi conicorum libros I.V* (1655); *Ordo novus et reliquiis facilior tabularum sinuum et tangentium.*



ALBERT GIRARD.

(Né vers 1590, mort vers 1634.)

Il a laissé un Traité de Trigonométrie (La Haye, 1626) où, comme Viète, il réduit de moitié le nombre des cas distincts que

peuvent présenter les triangles sphériques, au moyen de leurs supplémentaires, qu'il nomme réciproques.

On remarque dans ce même ouvrage la démonstration de ce théorème que les trois quadrilatères inscrits dans un même cercle, que l'on peut former avec quatre côtés donnés, en en changeant l'ordre, ont pour surface commune le produit des trois diagonales distinctes qu'ils présentent, divisé par le double du diamètre du cercle circonscrit.

Il annonce, en plusieurs endroits de ses écrits, avoir restitué les Porismes d'Euclide, mais ce travail n'est pas parvenu jusqu'à nous.

Son *Invention nouvelle en Algèbre*, publiée en 1629, contient les théorèmes importants qui ont passé dans l'enseignement, sur la mesure des aires des triangles et des polygones sphériques comparées à celle d'un fuseau déterminé. Albert Girard suppose la surface de la sphère divisée en 360 parties égales par des plans passant par un même diamètre et inclinés les uns sur les autres d'un degré, et il prend pour terme de comparaison la moitié de l'une des parties, qu'il appelle *degré de la surface entière de la sphère*. Il démontre que la surface d'un triangle sphérique contient autant de degrés de la surface de la sphère que l'excès de la somme de ses angles sur deux angles droits contient de degrés. Il donne la formule analogue pour la mesure de la surface d'un polygone sphérique terminé par des arcs de grands cercles.

Mais cet ouvrage est surtout remarquable par les idées justes que l'auteur émet, au sujet des racines négatives des équations et de leur usage en Géométrie.

Albert Girard développe les solutions données par Viète des problèmes relatifs à la division des arcs et construit les solutions

négatives, qu'il appelle *par moins*, aussi bien que les solutions positives. Il dit en un endroit : *la solution par moins s'explique en Géométrie en rétrogradant, et le moins recule où le plus avance;* et il en donne des exemples.

Il passe de là à la comparaison entre eux des angles polyèdres, considérés comme comprenant une portion de l'espace. Deux angles polyèdres sont entre eux comme les surfaces des polygones découpés par les plans de leurs faces, sur une sphère ayant pour centre leur sommet, supposé commun.



SNELLIUS (VILLEBROD SNELL DE ROYEN).

(Né à Leyde en 1591, mort en 1626.)

Il professa avec distinction les Mathématiques dans sa ville natale, et paraît avoir découvert le premier la véritable loi de la réfraction, qu'il aurait, au dire de Huyghens, consignée dans un ouvrage resté, il est vrai, manuscrit, mais dont plusieurs contemporains avaient eu des copies.

Peut-être ne l'a-t-il présentée que comme formule empirique, ce qui expliquerait comment Descartes, qui en a donné une démonstration théorique, se serait cru autorisé à se l'approprier. Peut-être, au reste, Descartes en a-t-il fait la découverte sans rien connaître de celle de Snellius.

Quoi qu'il en soit, Snellius ne paraît pas avoir saisi toute l'importance d'une si grande invention, tandis que Descartes en a aussitôt tiré les plus belles conséquences.

L'ouvrage le plus remarquable de Snellius est son *Eratosthenes*

batavus de terræ ambitus vera quantitate, où il rend compte des opérations géodésiques qu'il entreprit pour mesurer l'arc du méridien compris entre Leyde et Sœterwoode. Cette tentative de Snellius est d'autant plus méritoire qu'elle est la première qui ait été faite par la méthode trigonométrique, telle qu'on l'emploierait encore aujourd'hui. Mais il prit une base de 27 pieds seulement, beaucoup trop petite dans tous les cas, mais surtout dans celui où il se trouvait, n'ayant à sa disposition que des instruments très médiocres pour mesurer les angles. Du reste, il embrouilla plusieurs fois ses nombres, se trompa dans les calculs, et, finalement, n'arriva à rien d'exact. Il avait seulement ouvert la voie et indiqué la marche à suivre.

Il avait lui-même reconnu ses erreurs et projeté de recommencer toute l'opération, mais la mort l'en empêcha. Il n'eût pu, d'ailleurs, faire beaucoup mieux la seconde fois que la première. En effet, une minute d'erreur dans la détermination de la différence des latitudes des extrémités d'un arc du méridien correspond à une erreur de 2000^{m} environ dans la longueur de cet arc. Or, le quart de cercle employé par Snellius ne pouvait certainement pas lui donner la mesure des angles à une minute près.

On a encore de Snellius une Trigonométrie imprimée après sa mort, par les soins de son fils, sous le titre : *Villebrordi Snelli doctrinæ triangulorum canonicæ libri quatuor,* etc. On y trouve, pour la formation des tables, des formules qui ne seraient plus aujourd'hui d'aucune utilité, mais qui n'en présentent pas moins un certain intérêt, même après celles de Viète. La méthode des triangles polaires y est systématiquement employée, dans le but de réduire le nombre des cas distincts des triangles sphériques.

« La mort prématurée de Snellius et sa mauvaise santé, dans

les dernières années de sa vie, doivent encore ajouter, dit Delambre, à l'idée qu'on se formerait de lui par la lecture de ses ouvrages. »

Il avait débuté, à dix-sept ans, par une tentative de restitution de l'ouvrage perdu d'Apollonius : *De sectione determinatâ*, qu'il publia, en 1608, sous le titre d'*Apollonius batavus.*

Enfin, dans un ouvrage intitulé : *Cyclometricus,* qui parut en 1621, Snellius indiquait un procédé plus rapide que celui d'Archimède, suivi par Van Ceulen, pour arriver à la même approximation que son compatriote, dans l'évaluation du rapport de la circonférence au diamètre.



GASSENDI (PIERRE).

(Né à Champteriver, près de Digne, en 1592, mort à Paris en 1655.)

Il obtint, à seize ans, une chaire de rhétorique à Digne, mais ne l'occupa pas ; reçu docteur en théologie à Avignon, à l'âge de vingt et un ans, il devint prévôt du chapitre de cette ville. Il obtint au concours les deux chaires de philosophie et de théologie à l'Université d'Aix, et choisit celle de théologie. Il commença dès lors à battre en brèche Aristote, mais avec prudence, et se mit à étudier l'Anatomie et l'Astronomie.

Pourvu d'un bénéfice à la cathédrale de Digne, il put renoncer à sa chaire de théologie et se mit à voyager. Il visita Paris et surtout la Hollande, où les universités et les bibliothèques offraient des ressources qui n'existaient pas ailleurs.

Il fut nommé, en 1645, lecteur pour les Mathématiques au Collège de France.

Gassendi avait un savoir plus étendu que profond. On estime ses travaux sur l'histoire de diverses Sciences; mais comme astronome et comme physicien, il se borna à coordonner les faits acquis.

Ses relations avec la plupart des savants ses contemporains lui acquirent une assez grande influence. Il entretenait une correspondance suivie avec Galilée, dont il partageait les idées scientifiques, sans toutefois en assumer publiquement la responsabilité. Il était aussi en relations avec Képler et d'autres astronomes, avec Lamothe-le-Vayer, avec Hobbes, avec Campanella, etc.

Ses avances à Descartes furent moins bien reçues; ses objections, malgré leur forme courtoise, agaçaient notre philosophe. Descartes faisait peu de cas de Gassendi, qui, après avoir touché à tout, ne s'était fait sur rien de doctrines à lui.

M. Duval-Jouve a donné, dans le *Dictionnaire des Sciences philosophiques*, une très bonne étude sur Gassendi; en voici la conclusion :

« Astronome et physicien, Gassendi n'a enrichi la Science d'aucune de ces découvertes qui font époque; mais, par sa rare persévérance à suivre la voie de l'observation, il a puissamment contribué à éclaircir et à confirmer les découvertes déjà faites, et à indiquer aux esprits justes le moyen d'en faire de nouvelles. Tous ses travaux astronomiques, sans exception, et la plupart de ses travaux de Physique ont pour objet la confirmation et la défense de la doctrine de Galilée sur le mouvement de la Terre; nulle part cependant, il ne se prononça sur ce point. Dans le troisième livre de son *Institutio Astronomica*, consacré à l'examen des systèmes de Copernic et de Tycho-Brahé, on voit bien qu'il incline vers le premier, mais il ne tranche pas

le mot et termine l'exposé de chaque système par cette brusque formule : *Sic Copernici tueri se solent;* et *sic quidem Tycho.* De plus, dans sa grande dispute avec Morin sur le mouvement de la Terre, il prend bien soin d'établir que la question n'est pas de savoir si la Terre se meut, ni si le mouvement de la Terre peut être démontré, mais s'il est possible de prouver par les lumières naturelles de la raison que la Terre est immobile. Il ne faut pas, avec Bailly, accuser Gassendi de faiblesse : Galilée s'était rétracté, et Descartes lui-même « avait trouvé un tour, comme dit Leibniz, « pour nier le mouvement de la Terre, pendant qu'il était coper- « nicien à outrance. » Ces grands hommes savaient bien que cette vérité était du nombre de celles qui se défendent d'elles-mêmes et n'ont pas besoin de martyrs. »

Les œuvres de Gassendi ont été publiées, en 1658, à Lyon (6 vol. in-fol.), par Montmort, son ami et son exécuteur testamentaire.

Voici les titres de ceux de ses écrits qui se rapportent aux Sciences : *Mercurius in sole visus et Venus invisa* (Paris, 1631); *Proportio gnomonis ad solsticialem umbram observata Massiliæ* (1636); *Novem stellæ visæ circa Jovem* (Paris, 1643); *De proportione qua gravia decidentia accelerantur* (1646).



DESARGUES (GÉRARD).

(Né à Lyon en 1593, mort en 1662.)

M. Poudra, qui a consacré un volume à la biographie de Desargues et à l'analyse de ses travaux, pense que son père était notaire dans une commune voisine de Lyon.

Desargues était en 1626 à Paris, où, dit Baillet, « il se faisait distinguer par son mérite personnel et par ses grandes connaissances en Mathématiques, et où il employait particulièrement ses soins à soulager les artistes (artisans) par la subtilité de ses inventions. »

Descartes se trouvait aussi à Paris à cette époque et songeait déjà, de son côté, d'après le même Baillet, « aux moyens de perfectionner la Mécanique, pour abréger et adoucir les travaux des hommes. »

C'est de cette communauté de vues que naquit entre les deux hommes supérieurs une amitié qui ne se démentit plus.

Le cardinal de Richelieu emmena Desargues au siège de La Rochelle, en 1628, comme ingénieur et architecte. Descartes et son ami s'y rencontrèrent encore.

A la paix, Desargues revint à Paris, où il se consacra tout entier à ses études scientifiques. Il s'était instruit à peu près seul, à la lecture d'Euclide et d'Apollonius qu'il cite souvent dans ses ouvrages.

Il fut du nombre des savants qui se réunissaient tous les mardis chez Chantereau-Lefèvre; là il connut Gassendi, Carcavi, ami de Fermat et l'un des membres nommés de la première Académie des Sciences, Bouilliau, auteur de plusieurs ouvrages d'Astronomie, Roberval, Pascal, etc. Les membres de cette réunion « maintenaient tous que l'idée de Copernic est plus juste et plus aisée à soutenir que non pas l'ancienne. »

Novateur dans toutes les branches de la Géométrie où il a porté ses investigations, Desargues ne l'a pas moins été dans la manière de comprendre la Science, au point de vue de son importance sociale et de sa diffusion. Croirait-on qu'il avait imaginé ce que

nous appelons aujourd'hui les cours d'adultes, des cours tels que ceux qu'a organisés l'Association polytechnique? Tout le temps qu'il habita Paris, il fit gratuitement aux ouvriers, le soir, des cours de Géométrie appliquée à la charpente, à la Stéréotomie, etc.; aussi le général Poncelet l'appelle-t-il le Monge de son siècle. L'originalité de ses travaux, appréciés seulement des plus habiles connaisseurs parmi ses contemporains, lui valut par contre l'animosité haineuse des savants médiocres; et son amour du bien public ne lui fit trouver que des persécuteurs. « Pauvre Desargues, dit le général Poncelet, qui se figurait que des affiches apposées aux murs de Paris, des ébauches d'ouvrages rédigés en faveur de la classe ouvrière, dont ils imitaient le langage familier, des leçons sans apprêts pourraient le défendre contre les cabales, et soustraire à l'oubli ses savantes méthodes géométriques, si utiles aux arts! » Bientôt lassé de ne pouvoir pas même être utile impunément, Desargues quitta Paris pour revenir à Lyon, où il reprit toutefois ses leçons familières sur la coupe des pierres et la Perspective.

Descartes, nous l'avons déjà dit, faisait le plus grand cas de Desargues. On lit dans l'une de ses lettres à Mersenne, au sujet d'une note de Desargues relative à quelques propriétés des transversales : « La façon dont il commence son raisonnement, en l'appliquant tout ensemble aux lignes droites et aux courbes, est d'autant plus belle qu'elle est plus générale et semble être prise dans ce que j'ai coutume de nommer la Métaphysique de la Géométrie. »

Bien longtemps après, Descartes prenait son ami pour juge de la doctrine contenue dans ses *Méditations*, se fiant plus à lui seul, disait-il, qu'à trois théologiens.

« Desargues, dit le général Poncelet, fut le premier d'entre les modernes qui envisagea la Géométrie sous un point de vue général. »

Voici quels sont ses principaux titres scientifiques : il étudia le premier les sections par un plan quelconque d'un cône ayant pour base une conique quelconque et un sommet quelconque. Il déterminait sur la base de ce cône les points et les droites dont les perspectives sur le plan sécant fourniraient les foyers, les sommets, les diamètres et les axes de la section. Il considérait toutes les sections coniques, qui, jusque-là, avaient toujours été traitées séparément, comme des variétés d'une même courbe. Il regardait aussi un système de droites parallèles entre elles comme concourant à l'infini. « Pour votre façon de considérer les lignes parallèles comme si elles s'assemblaient à un but à distance infinie, afin de les comprendre sous le même genre que celles qui tendent à un point, elle est fort bonne, » lit-on dans une des lettres de Descartes. Il transporta aux coniques diverses propriétés connues du système de deux droites.

L'une de ses découvertes, dans cet ordre d'idées, a fait l'objet de l'admiration de Pascal, qui l'appelle merveilleuse : c'est la relation des segments faits par une conique et par les quatre côtés d'un quadrilatère inscrit à cette conique sur une transversale menée arbitrairement dans son plan. En voici l'énoncé : « Le produit des segments compris sur la transversale, entre un point de la conique et deux côtés opposés du quadrilatère, est au produit des segments compris entre le même point et les deux autres côtés, dans un rapport égal à celui des produits analogues des segments correspondants au second point de rencontre de la transversale avec la conique. »

Pascal, dans son *Essai pour les coniques* (1640), disait de cette proposition : « Nous démontrons aussi la proposition suivante dont le premier inventeur est M. Desargues, lyonnais, un des grands esprits de ce temps, et des plus versés aux Mathématiques, et, entre autres, aux coniques, dont les écrits sur cette matière, quoique en petit nombre, en ont donné un ample témoignage à ceux qui auront voulu en recevoir l'intelligence: je veux bien avouer que je dois le peu que j'ai trouvé sur cette matière en ses écrits, et que j'ai tâché d'imiter, autant qu'il m'a été possible, sa méthode sur ce sujet, qu'il a traité sans se servir du triangle par l'axe, en traitant généralement de toutes les sections du cône. La proposition merveilleuse dont est question est telle, etc. »

Desargues désignait cette relation sous le nom d'involution de six points, dénomination qui a été conservée. Les six points étant conjugués deux à deux, Desargues examinait le cas où deux points conjugués viendraient à se confondre, et celui où deux couples de points conjugués se réuniraient en même temps.

Le beau théorème dont on vient de lire l'énoncé comprend, comme cas particulier, celui de Pappus, relatif aux segments déterminés sur une transversale par les diagonales d'un quadrilatère et ses quatre côtés. Le système des diagonales constitue, en effet, une conique particulière, circonscrite au quadrilatère.

On savait, par des indications fournies par Beaugrand, Bosse et Huret, que Desargues avait tiré de son théorème beaucoup de conséquences importantes : mais il n'en était rien parvenu à nous jusqu'à ces derniers temps. L'ouvrage intitulé *Brouillon Projet des coniques*, où il avait consigné ses recherches et qui avait excité l'admiration de Pascal, de Fermat et de Descartes,

paraissait en effet entièrement perdu, lorsque M. Chasles en a heureusement retrouvé en 1845 une copie faite par De la Hire, le fils. Cette copie est maintenant déposée à la bibliothèque de l'Institut. M. Poudra l'a publiée dans l'ouvrage que nous avons déjà mentionné.

Robert Simson, le général Poncelet, M. Chasles et d'autres ont mis en œuvre le théorème de Desargues, et en ont tiré de nombreux et intéressants corollaires.

On doit encore à Desargues la démonstration d'une propriété des triangles qui a été beaucoup utilisée dans la Géométrie contemporaine : si deux triangles, situés dans l'espace ou dans un même plan, ont leurs sommets placés deux à deux sur trois droites concourant en un même point, leurs côtés se rencontreront deux à deux en trois points situés en ligne droite, et réciproquement. Quand les deux triangles sont dans des plans différents, le fait est évident, comme le remarque Desargues, puisque les rencontres de leurs côtés ne peuvent avoir lieu que sur l'intersection des plans qui contiennent les deux triangles; quand ils sont dans un même plan, la démonstration, qui pourrait être omise, puisqu'il ne s'agit que d'un cas particulier, se fait au moyen du théorème de Ptolémée sur le triangle coupé par une transversale.

Ce théorème de Desargues a été reproduit par Servais, et employé depuis par Brianchon, par le général Poncelet, par MM. Sturm et Gergonne. Le général Poncelet en a fait la base de sa belle théorie des figures homologiques. M. Chasles remarque, au sujet de ce même théorème de Desargues, qu'il conduit naturellement à un beau principe de Perspective : c'est que, quand deux figures planes, situées dans l'espace, sont la perspective l'une

de l'autre, si l'on fait tourner le plan de la première autour de la droite suivant laquelle il coupe celui de la seconde, les droites qui iront des points de la première figure aux points correspondants de la seconde concourront toujours en un même point, quand même les plans des deux figures viendraient à se confondre.

Enfin Desargues publia, sur la Perspective, la coupe des pierres et le tracé des cadrans, divers ouvrages où il traita ces objets, dit M. Chasles, « en homme supérieur, y apportant, avec une exactitude alors souvent inconnue aux artistes, les principes d'universalité qui se dénotent dans ses recherches de pure Géométrie. » Les écrits de Desargues sur les applications de la Géométrie aux Arts ont été perdus en grande partie, comme ont bien manqué de l'être ses ouvrages de Géométrie. Ils avaient pour titres : *Méthode universelle de mettre en perspective les objets donnés réellement, ou en devis, avec leurs proportions, mesures, éloignements, sans employer aucun point qui soit hors du champ de l'ouvrage* (1630); *Brouillon projet de la coupe des pierres* (1640); les *Cadrans*, ou *Moyen de placer le style ou l'axe*, inséré à la fin du *Brouillon projet;* M. Poudra en a publié ce qui a pu être retrouvé. On ne connaissait jusqu'à ces derniers temps ces divers ouvrages que par le graveur Bosse, qui, initié par Desargues dans ses conceptions, les exposa de nouveau dans une sorte de commentaire. Le traité de Perspective, où se trouve la méthode de l'*échelle fuyante*, était au témoignage de Fermat, « agréable et de bon esprit. » Descartes en dit, dans une de ses lettres à Mersenne : « Je n'ai reçu que depuis peu de jours le petit livre in-folio qui traite de la Perspective : il n'est pas à désapprouver, outre que la curiosité et la netteté du langage de son auteur sont à estimer. »

L'invention des épicycloïdes et leur mise en usage en Mécanique seraient aussi dues, paraît-il, à Desargues.

« Les ouvrages de Desargues ont été longtemps, dit M. Poudra, considérés comme perdus; son nom semblait même inconnu aux biographes, lorsqu'en 1822, M. le général Poncelet, dans son *Traité des propriétés projectives*, appela l'attention sur ce profond géomètre, qu'il appelle le Monge de son siècle.

« M. Chasles confirmait cette appréciation en 1837, et il ajoutait : l'estime que mérite Desargues, qui a été si peu connu des biographes, nous a porté à entrer dans ces détails (qui précèdent), espérant qu'ils pourront piquer la curiosité de quelques personnes et les engager à rechercher les ouvrages originaux de cet homme de génie et les pièces relatives à ses démêlés scientifiques. Sa correspondance avec les hommes les plus illustres de son temps, dont il partageait les travaux et qui le voulaient tous pour juge de leurs ouvrages, serait aussi une découverte précieuse pour l'histoire littéraire de ce XVIIe siècle qui fait tant d'honneur à l'esprit humain. »

M. Poudra ajoute que, stimulé par les vœux formulés par Poncelet et Chasles, il a entrepris de rechercher les ouvrages de Desargues.

Il faut reconnaître qu'il a réussi à peu près aussi bien qu'il était possible de le faire, étant quelquefois obligé d'aller rechercher des indications sur le texte de son auteur jusque dans les diatribes de ses détracteurs; on doit surtout lui savoir gré d'avoir joint à ceux qu'il a retrouvés, les commentaires sans lesquels ils seraient restés illisibles.

Voici les titres des ouvrages de Desargues que M. Poudra a

réunis dans le volume qu'il a consacré à l'histoire de ce remarquable géomètre.

Méthode universelle de mettre en perspective les objets donnés réellement ou en devis, avec leurs proportions, mesures, éloignemens, sans employer aucun point qui soit hors du champ de l'ouvrage. Paris, 1636. Cet ouvrage avait été imprimé in-folio, mais il n'en reste pas d'exemplaire. M. Poudra l'a retrouvé dans le traité de Perspective du graveur Bosse, ami particulier de Desargues et son élève.

Brouillon Project d'une atteinte aux événements des rencontres d'un cône avec un plan, suivi d'un fragment ayant pour titre : Atteinte aux événements des contrariétés d'entre les actions des puissances ou forces. Paris, 1639. Le texte publié par M. Poudra reproduit la copie manuscrite qu'en avait laissée de la Hire.

Brouillon Project d'exemple d'une manière universelle du sieur Girard Desargues, lyonnais, touchant la practique du trait à preuves pour la coupe des pierres en l'Architecture; et de l'éclaircissement d'une manière de réduire au petit pied en perspective, comme en géométral, et de tracer tous quadrans plats d'heures égales au Soleil. Paris, 1640. Cet ouvrage se trouvait imprimé à la bibliothèque de l'Institut. Les planches, qui manquaient, ont été restituées par M. Poudra.

Manière universelle de poser le style aux rayons du Soleil en quelque endroit possible, avec la règle, l'équerre et le plomb. Paris, 1640. Cet ouvrage a été recomposé, phrase par phrase, au moyen des citations qui en étaient faites dans une dissertation critique du temps, par un inconnu.

Recueil de propositions diverses, extraites de la *Perspective* de

Bosse, et qui se trouvaient dans le traité de Perspective que Desargues avait publié en 1636.

Perspective, adressé aux théoriciens.

Extraits divers.

Nous ne dirons rien des divers traités de Perspective de Desargues, parce que la méthode générale que l'on suit aujourd'hui est précisément la sienne et, ainsi, est suffisamment connue. Il suffira de dire que c'est à Desargues qu'on en doit l'invention.

Pour la coupe des pierres, nous nous bornerons à une note que nous devons à l'obligeance de M. Rouché :

« On nomme *berceau* toute voûte à intrados cylindrique; un berceau est dit *horizontal* ou *en descente*, selon que son axe est horizontal ou incliné à l'horizon; il est dit *droit* ou *biais*, selon que son axe est perpendiculaire ou oblique aux horizontales du plan de tête; enfin il est dit *en mur droit* ou *en talus* selon que le plan de tête est vertical ou non.

« Le cas le plus général est celui d'une descente, biaise, en talus. Les autres s'en déduisent en supprimant la descente, le biais ou le talus isolément, ou par couples.

« Cela posé, le but que s'est proposé Desargues a été de donner pour tous les cas une méthode uniforme de construction.

« Pour cela, il ramène le cas général au cas d'un berceau horizontal, biais, mais en mur droit, en effectuant un double changement de plan de projection. Il prend à cet effet, pour nouveaux plans de projections, le plan de tête et le plan mené, par l'axe de la voûte, perpendiculairement au plan de tête.

« Jusqu'à Frézier, dont le traité de Stéréotomie est de 1737, les architectes n'ont rien compris à la méthode de Desargues et il en ont contesté l'exactitude. Cette exactitude n'en est pas moins

depuis longtemps hors de doute, mais il n'en résulte pas que la méthode du géomètre lyonnais soit bonne à adopter dans la pratique : quand il s'agit de théorie pure, les changements de plans de projections ne présentent aucun inconvénient et peuvent rendre les mêmes services que les changements d'axes ou de plans de coordonnées en Géométrie analytique; mais, lorsqu'il s'agit d'un édifice soumis aux lois de la pesanteur et qui doit résister à ses effets, il devient indispensable d'étudier les voûtes, notamment dans leur position naturelle, c'est-à-dire sur leurs *plans* et leurs *élévations*. Une épure de Stéréotomie pratique où aucun des plans de projections n'est ni horizontal ni vertical, dans le sens physique du mot, et où, par conséquent, la direction du *fil à plomb* est représentée par une ligne inclinée sur les deux plans de comparaison, est inacceptable. Voilà pourquoi on a eu raison de ne pas suivre la méthode proposée par Desargues.

« Cette considération n'enlève évidemment rien au mérite théorique d'une méthode dans l'invention de laquelle l'auteur, comme dans toutes les autres recherches, avait apporté ses tendances si marquées à l'esprit de généralisation. »

Nous passons à l'analyse du *Brouillon Project* relatif aux coniques.

Nous commençons par donner une idée de la théorie de l'involution.

Voici comment Desargues définit cette relation : Six points, A et A', B et B', C et C', rangés sur une même droite, sont dits former une involution lorsqu'il existe sur cette droite un point O tel que

$$OA.OA' = OB.OB' = OC.OC';$$

le point O s'appelle *la souche* de l'involution.

Cette définition est la meilleure de toutes : d'abord parce qu'elle montre bien que les trois couples de points jouent exactement le même rôle dans le système ; en second lieu, parce qu'on y voit de suite comment, la souche et un des couples de points étant donnés, on peut former les deux autres couples d'une infinité de manières ; troisièmement, parce qu'on y reconnaît aussi que tous les couples de points qui formeraient involution avec deux couples fixes donneraient aussi, en les prenant trois à trois, d'autres systèmes en involution ; quatrièmement, parce que, l'involution étant ainsi définie, on peut distinguer les uns des autres tous les systèmes formant involution, par rapport à une même souche, au moyen d'une caractéristique propre à chaque système : l'aire du rectangle ayant pour côtés les distances de la souche aux deux points d'un même couple ; cinquièmement, parce qu'elle fait bien image : en effet, si l'on voulait construire sur une droite donnée six points formant, par rapport à une souche O donnée, une involution ayant une caractéristique donnée K^2, on n'aurait qu'à prendre sur la droite un point M tel que $\overline{OM}^2$ fût égal à K^2, à décrire tant de cercles que l'on voudrait tangents à la droite en M, à couper ces cercles par trois transversales issues du point O et à rabattre sur la droite les trois transversales, après y avoir marqué leurs points de rencontre avec trois des cercles choisis à volonté, lesquels pourraient même se confondre.

Deux couples A et A', B et B', étant donnés à volonté sur une droite, on peut aisément trouver la souche O. En effet, soient o un point pris arbitrairement sur la droite, α, α', β, β' les distances oA, oA', oB, oB', et x la distance oO, x sera donné par l'équation

$$(x+\alpha)(x+\alpha') = (x+\beta)(x+\beta')$$

Pour bien entendre cette équation ou toute autre analogue (car Desargues n'emploie pas celle que je viens d'écrire), il faudrait supposer qu'on donnât à chacune des distances α, α', β, β' et x le signe + ou le signe —, selon qu'elle serait comptée à partir du point o, dans un sens ou dans l'autre. Desargues ne paraît pas y avoir regardé de si près, et cela se conçoit, parce que, dans toute figure où il constate l'involution de six points, ces six points se trouvent placés, par rapport à la souche, sans qu'il ait eu à intervenir relativement à leur ordre ou aux sens dans lesquels ils sont portés à partir de cette souche, en sorte qu'il peut se borner à démontrer l'égalité en valeur absolue des rectangles OA.OA', OB.OB', OC.OC'.

Au reste, l'involution subsisterait quand même deux points d'un même couple seraient imaginaires.

Quoi qu'il en soit, voici comment poursuit Desargues : Si l'un des deux points d'un des trois couples se rapproche indéfiniment de la souche, l'autre s'en éloigne indéfiniment. Soient A, B et B', C et C' les cinq points situés à distance finie et A la souche, la relation caractéristique entre ces cinq points est alors

$$AB.AB' = AC.AC'.$$

Le cas où deux points d'un même couple se confondent peut aussi se présenter; alors, si ce sont, par exemple, A et A', on a

$$\overline{OA}^2 = OB.OB' = OC.OC';$$

c'est le cas de l'involution de cinq points.

Il peut encore arriver que les deux points accouplés se confondent dans deux couples, alors on a

$$\overline{OA}^2 = \overline{OB}^2 = OC.OC',$$

et on a affaire à une involution de quatre points, dont deux sont doubles. Ces deux points sont naturellement placés de part et d'autre par rapport à la souche.

M. Chasles ne connaissait pas le *Brouillon Projet* de Desargues lorsqu'il rétablit la théorie de l'involution, dans une note de son *Essai historique*. Il crut avoir découvert le premier le point que le géomètre lyonnais appelle la souche et l'appela le *point central de l'involution*. On conçoit qu'en recherchant, d'après les énoncés connus des théorèmes de Desargues, ce que pouvait être la relation d'involution de six points, on ne soit pas tombé d'abord sur la considération d'un point qui ne faisait pas partie de ces six. La définition donnée par M. Chasles de l'involution paraît, en effet, toute différente de celle de Desargues; mais elles se déduisent l'une de l'autre, comme il est facile de le voir.

D'après M. Chasles, il y a involution entre six points A, A′, B, B′, C, C′, rangés sur une même droite, lorsqu'ils déterminent sur cette droite des segments remplissant la condition

$$\frac{CA \times CA'}{CB \times CB'} = \frac{C'A \times C'A'}{C'B \times C'B'}; \tag{1}$$

les points C et C′, A et A′, B et B′ sont alors dits conjugués deux à deux.

Le couple des points C et C′ paraît, dans l'équation fondamentale précédente, se distinguer à la fois des deux autres A et A′, B et B′; mais il n'en est rien en réalité. En effet, cette équation peut se transformer dans les suivantes :

$$\frac{BA \times BA'}{BC \times BC'} = \frac{B'A \times B'A'}{B'C \times B'C'}, \tag{2}$$

(3) $$\frac{AB \times AB'}{AC \times AC'} = \frac{A'B \times A'B'}{A'C \times A'C'},$$

où les couples B et B', A et A' jouent successivement le même rôle par rapport aux deux autres A, A' et C, C' d'une part, B, B' et C, C' de l'autre, que jouait le couple C, C' par rapport aux deux autres, dans la première équation.

Les équations (1), (2) et (3) en donnent quatre autres par multiplication. Ainsi, en multipliant membre à membre les équations (1), (2), (3), sans changer l'ordre des membres, on trouve d'abord

$$\frac{CA.CA'.BA.BA'.AB.AB'}{CB.CB'.BC.BC'.AC.AC'} = \frac{C'A.C'A'.B'A.B'A'.A'B.A'B'}{C'B.C'B'.B'C.B'C'.A'C.A'C'},$$

ou, en supprimant les facteurs communs aux deux membres,

$$\frac{CA'.BA.AB}{CB.BC.AC'} = \frac{C'A.B'A'.A'B'}{C'B'.B'C'.A'C'},$$

et, en chassant les dénominateurs,

$$CA'^2.BA^2.C'B'^2 = AC'^2.BC^2.A'B'^2,$$

ou simplement

(4) $$AB.B'C'.CA' = AC'.CB.B'A';$$

en multipliant les mêmes équations (1), (2), (3), après en avoir permuté les membres, on trouverait de même successivement

(5) $$AB'.BC'.CA' = AC'.CB'.BA'$$

(6) $$AB'.BC.C'A' = AC.C'B'.BA'$$

(7) $$AB.B'C.C'A' = AC.C'B.B'A'.$$

Les équations (4), (5), (6) et (7) doivent nécessairement rentrer les unes dans les autres, puisqu'elles se déduisent de trois autres qui, elles-mêmes, n'en font qu'une; chacune des sept équations entraîne même les six autres.

Les énoncés des trois premières équations sont assez faciles à former : chacune d'elles exprime que les produits des distances d'un point de l'un des couples aux points des deux autres couples sont entre eux comme les produits correspondants des distances du second point du même premier couple aux points des deux autres, pris dans le même ordre. Les quatre dernières équations sont un peu plus difficiles à traduire; on y parvient cependant de la manière suivante : que l'on considère un point de chacun des trois couples, le point A pour le couple A,A', le point B pour le couple B,B', et le point C pour le couple C,C' : chacun d'eux déterminera, avec les deux points laissés de côté des deux autres couples, deux segments de la droite sur laquelle les six sont rangés; or, il est facile de voir que chacune des équations (4), (5), (6), (7) signifie que le produit de trois de ces six segments, n'ayant pas d'extrémité commune, est égal au produit des trois autres. Ainsi, prenons l'équation

$$AB'.BC'.CA' = AC'.CB'.BA',$$

elle n'est que la traduction immédiate de l'énoncé, dans les conditions hypothétiques qu'il renferme; les points choisis d'abord sont A,B,C, et ceux qu'on a laissés à part sont A',B',C'; le point A détermine les deux segments AB' et AC' avec les deux points laissés de côté qui ne lui sont pas conjugués; de même, au point B correspondent les deux segments BA' et BC' de l'énoncé; enfin le point C fournit les deux segments CA' et CB'. Il est

facile de voir, d'ailleurs, que les trois segments AB', BC', CA', qui entrent dans le premier membre, n'ont pas d'extrémité commune, et qu'il en est de même des trois segments AC', CB', BA', qui entrent dans le second membre.

Cela posé, on peut retrouver de la manière suivante la relation remarquable qui se présentait d'elle-même dans la théorie de Desargues, savoir : si l'on a en ligne droite plusieurs couples de deux points, tels que les deux premiers couples forment une involution avec chacun des autres, trois quelconques de tous ces couples formeront eux-mêmes une involution.

C'est-à-dire : si les six points A et A', B et B', C et C' forment une involution, de même que les six points A et A', B et B', D et D', il y aura involution, par exemple, entre A et A', C et C', D et D'. En effet, l'hypothèse entraîne à la fois

$$\frac{AB.AB'}{AC.AC'} = \frac{A'B.A'B'}{A'C.A'C'}$$

et

$$\frac{AB.AB'}{AD.AD'} = \frac{A'B.A'B'}{A'D.A'D'};$$

or, en divisant les deux équations membre à membre, on en conclut

$$\frac{AD.AD'}{AC.AC'} = \frac{A'D.A'D'}{A'C.A'C'},$$

ce qui veut dire que les six points A et A', D et D', C et C' forment une involution.

Si l'on suppose que deux des six points formant une involution viennent à se réunir, on a une involution de cinq points.

Par exemple, supposons que, dans le système A, A', B, B', C, C' les points C et C' se réunissent en C_1 ; on aura à la fois les équations équivalentes

$$\frac{AB.AB'}{A'B.A'B'} = \frac{AC_1^2}{A'C_1^2},$$

$$\frac{BA.BA'}{B'A.B'A'} = \frac{BC_1^2}{B'C_1^2},$$

$$\frac{C_1A.C_1B}{C_1A'.C_1B'} = \frac{AB}{A'B'},$$

$$\frac{C_1A.C_1B'}{C_1A'.C_1B} = \frac{AB'}{A'B}.$$

On retrouve aisément, dans cette théorie de M. Chasles, la définition que Desargues donnait de l'involution de six points. En effet, si l'on suppose que le point C' s'éloigne à l'infini, en désignant par O celui vers lequel tendra C, on aura successivement

$$OA.OA' = OB.OB',$$

$$\frac{BA.BA'}{B'A.B'A'} = \frac{BO}{B'O},$$

$$\frac{AB.AB'}{A'B.A'B'} = \frac{AO}{A'O},$$

$$\frac{AB'}{A'B} = \frac{OB}{OA'}, \quad \frac{AB'}{A'B} = \frac{OA}{OB'},$$

$$\frac{AB}{A'B} = \frac{OB}{OA'}, \quad \frac{AB}{AB'} = \frac{OA}{OB'};$$

le point O s'appellera le point central du système des deux couples A et A', B et B'.

Revenons maintenant au système de six points A et A', B et B', C et C' formant une involution, et imaginons que l'on détermine

les points centraux O et O_1 des systèmes A et A′, B et B′, d'une part; A et A′, C et C′, de l'autre; ces points centraux se confondront nécessairement, car on aura, par exemple,

$$\frac{BA.BA'}{B'A.B'A'} = \frac{BO}{B'O} \quad \text{et} \quad \frac{BC.BC'}{B'C.B'C'} = \frac{BO_1}{B'O_1};$$

mais on a déjà, par l'involution des six points A, A′, B, B′, C, C′,

$$\frac{BA.BA'}{B'A.B'A'} = \frac{BC.BC'}{B'C.B'C'};$$

on aura donc aussi

$$\frac{BO}{B'O} = \frac{BO_1}{B'O_1},$$

de sorte que les points O et O_1 coïncideront.

Cela posé, on aura à la fois,

$$OA.OA' = OB.OB'$$

et

$$OA.OA' = OC.OC',$$

c'est-à-dire que les trois produits OA.OA′, OB.OB′, et OC.OC′ seront égaux. Ainsi, il existe toujours, sur la droite contenant un système de six points formant une involution, un point particulier tel que les produits de ses distances aux trois couples de points conjugués, pris isolément, soient égaux. Ce point est la souche de l'involution.

Revenons à l'involution de quatre points caractérisée par la relation

$$\overline{OA}^2 = \overline{OB}^2 = OC.OC';$$

la souche O est à égale distance de A et de B, qui sont placés de part et d'autre par rapport à elle, comme dans la *fig.* 5.

L'équation (1) de M. Chasles,

$$\frac{CA.CA'}{CB.CB'} = \frac{C'A.C'A'}{C'B.C'B'}$$

donne dans ce cas

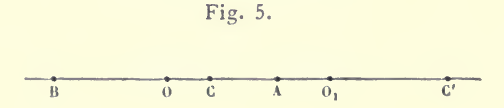
$$\frac{\overline{CA}^2}{\overline{CB}^2} = \frac{\overline{C'A}^2}{\overline{C'B}^2},$$

ou

$$\frac{CA}{CB} = \frac{C'A}{C'B}.$$

Ainsi les points C et C' sont conjugués harmoniques par rapport à A et B, ou A et B sont conjugués harmoniques par rapport à C et C'.

Fig. 5.



Dans cette relation, A et B, d'une part, C et C', de l'autre, jouent exactement le même rôle. Il en résulte que le milieu de CC' est aussi la souche de l'involution des quatre points; c'est-à-dire que O_1 étant effectivement le milieu de CC',

$$\overline{O_1C}^2 = O_1A.O_1B,$$

ce qui est facile à vérifier.

Desargues trouve encore beaucoup d'autres relations, mais il serait trop long de les énumérer.

Il démontre ensuite, mais à sa façon, le théorème relatif aux six segments déterminés par une droite quelconque sur les côtés d'un triangle.

Puis vient ce théorème fondamental : Si, d'un point quelconque, on mène six droites passant par six points en involution, toute transversale coupera ces six droites en six points qui formeront encore une involution. En d'autres termes, l'involution constitue une relation projective. On vérifie aujourd'hui ce théorème en constatant que les sinus des angles ayant pour sommet commun le point de vue, et dont les côtés passent par les extrémités des segments AB, AB′, AC, AC′, A′B, A′B′, A′C, A′C′, par exemple, satisfont à la relation d'involution analogue à l'équation (3), c'est-à-dire qu'on a, en désignant par S le point de vue,

$$\frac{\sin ASB \,.\, \sin ASB'}{\sin ASC \,.\, \sin ASC'} = \frac{\sin A'SB \,.\, \sin A'SB'}{\sin A'SC \,.\, \sin A'SC'}.$$

Mais Desargues y parvient plus péniblement, au moyen du théorème de Ptolémée.

Il démontre alors le théorème de Pappus sur le quadrilatère, que les quatre côtés et les deux diagonales sont coupés par une transversale quelconque en six points formant involution. Il se sert encore pour cela du théorème de Ptolémée.

Pour démontrer cette proposition, qui est projective, d'après le théorème de Desargues que nous venons d'énoncer, M. Chasles fait la perspective de la figure sur un plan tel que le quadrilatère soit transformé en parallélogramme : s'il y a involution dans la figure projetée, elle existera aussi dans la projection, et réciproquement.

Soient (*fig.* 6) MNPQ le parallélogramme, et BACC′A′B′ la

transversale; les trois triangles

$$ACQ, BCQ, ABQ,$$

respectivement semblables aux triangles

$$A'CN, B'CN, A'B'N,$$

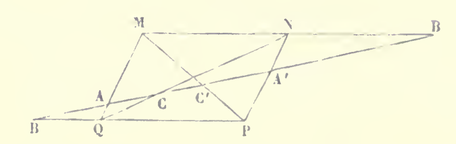
donneront

$$\frac{AC}{A'C} = \frac{BC}{B'C} = \frac{AB}{A'B'};$$

de même les trois triangles

$$AC'M, C'B'M, AB'M,$$

Fig. 6.



respectivement semblables aux triangles

$$A'C'P, C'BP, A'BP,$$

donneront

$$\frac{AC'}{A'C'} = \frac{C'B'}{C'B} = \frac{AB'}{A'B}.$$

En multipliant membre à membre, par exemple,

$$\frac{AC}{A'C} = \frac{AB}{A'B'} \quad \text{et} \quad \frac{AC'}{A'C'} = \frac{AB'}{A'B},$$

on obtiendra

$$\frac{AC.AC'}{A'C.A'C'} = \frac{AB.AB'}{A'B.A'B'},$$

ce qui est l'équation (3).

Il est évident que, dans l'équation précédente, on peut faire jouer aux points B et B′ le rôle que jouaient les points A et A′ et l'on trouvera

$$\frac{BC.BC'}{B'C.B'C'} = \frac{BA.BA'}{B'A.B'A'},$$

ce qui est l'équation (2); quant à l'équation (1), on l'obtient en regardant dans la figure primitive les deux diagonales et deux côtés comme formant un nouveau quadrilatère dont les diagonales seraient les deux autres côtés.

Desargues étend ensuite le théorème de Pappus en ces termes : un quadrilatère étant inscrit dans une conique, si on coupe la figure par une transversale, les six points de rencontre sont en involution. On voit que la conique remplace les diagonales du quadrilatère, diagonales dont le système forme, en effet, une conique circonscrite au quadrilatère. Desargues démontre d'abord cette proposition dans le cercle ; il l'étend ensuite à une conique quelconque, en considérant cette conique comme la perspective d'un cercle. On est allé depuis encore plus loin : on démontre que, si, à travers deux coniques et le système de deux de leurs cordes communes, on mène une transversale quelconque, les six points de rencontre seront encore en involution. Ici ce sont les systèmes des côtés opposés du quadrilatère de Pappus qui sont remplacés par des coniques. Enfin, quand trois coniques ont quatre points communs, une transversale quelconque les coupe en six points formant une involution ; alors les trois systèmes de droites du quadrilatère primitif sont remplacés par trois coniques.

Sections coniques.

Nous arrivons au point capital de la théorie de Desargues, qui est, dit-il, un assemblage obligé de tout ce qui précède.

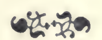
Il se propose : étant donnée de grandeur et de position une conique quelconque, prise pour base d'un cône dont le sommet est aussi donné de position, et un plan donné de position coupant la base du cône suivant une droite donnée, lequel plan déterminera dans ce cône une section, trouver l'espèce et la position de cette section, ainsi que ses diamètres, avec leur distinction de conjugués et d'axes, les tangentes à la figure, etc.

Nous regrettons de ne pouvoir entrer dans les détails de la solution de cette belle question. Desargues, pour y arriver, se sert de la théorie des pôles et polaires qu'il avait beaucoup étendue, car c'est lui, paraît-il, qui aurait énoncé le premier ces deux théorèmes, que si le pôle décrit une droite, la polaire passe par un point fixe, et réciproquement.

Il considère l'intersection du plan sécant et du plan de base du cône comme une polaire par rapport à chacune des deux courbes : et ces deux courbes étant perspectives l'une de l'autre, il peut transporter de l'une à l'autre, par l'intermédiaire de la polaire commune, les propriétés qui sont de nature projective.

« Ce *Brouillon Project,* dit M. Rouché, est, pour l'époque, une merveille ; il contient en germes toutes les idées dont Poncelet, dans son *Traité des propriétés projectives des figures*, a fait la base de ses théories relatives à l'involution, à l'homologie, aux pôles et polaires, ainsi qu'aux relations entre les éléments divers de deux coniques qui sont la perspective l'une de l'autre.

« Le parti qu'il tire de son théorème sur le quadrilatère inscrit à une conique est surtout merveilleux. »



WINGATE (EDMOND).

(Né dans le Yorkshire en 1593, mort en 1656.)

Il étudia le droit à Oxford et se fit inscrire plus tard au barreau de Londres; mais, tout en exerçant la profession d'avocat, il s'occupa avec ardeur de l'étude des Mathématiques et ne tarda pas à se faire un nom dans ces Sciences. En 1624, il vint en France et y passa plusieurs années. Ce fut lui qui enseigna l'anglais à la princesse Henriette-Marie de France, future épouse de Charles Ier. Pendant la guerre civile, il adhéra au covenant, remplit diverses fonctions judiciaires et, ayant prêté le serment dit d'engagement, devint membre du Parlement pour le comté de Bedford. Montucla croyait que Wingate avait, le premier, introduit les logarithmes en France, mais c'est une erreur. Il y fit seulement connaître, pour la première fois, l'échelle de Gunther par son ouvrage intitulé : *Construction, description et usage de la règle de proportion* (Paris, 1624). Il avait eu l'intention de publier une table de logarithmes, dont l'ouvrage que nous venons de citer devait former l'appendice; mais un avocat de Dijon, auquel il avait communiqué la description de la règle de Gunther, abusa de la confidence et entreprit de la publier pour son propre compte. Ce fut alors que Wingate fit paraître son premier ouvrage, que suivit, deux ans plus tard, une *Arithmétique logarithmique* (Paris, 1626), traduite en anglais (Londres, 1635). On lui doit encore une *Arithmétique*, longtemps fort estimée,

dont Dodson publia la huitième édition en 1760, ainsi qu'un *Ludus mathematicus* (Londres, 1654), sorte de jeu logarithmique.



HENRION (DENIS).

(Mort vers 1640.)

Professeur de Mathématiques à Paris, puis ingénieur du prince d'Orange et des États Généraux des Provinces Unies.

Il est le premier qui ait publié en France une table de logarithmes. Il donna en 1632 une traduction des quinze livres des éléments d'Euclide.



MARCI DE KRONLAND (JEAN-MARC).

(Né en 1595, mort en 1667.)

Il publia à Prague, en 1639, sous le titre : *De proportione motus, seu regula sphymica*, un ouvrage d'autant plus remarquable sur la théorie du choc, qu'il précède de trente ans les recherches sur le même sujet de Wallis, de Wrenn et de Huyghens. Marci divise les corps en corps mous, fragiles et durs ; ces derniers, qui jouissent de la propriété de reprendre leur figure après le choc, sont ceux dont il s'occupe principalement. Il fait voir que, si un corps dur en choque un autre égal, au repos, il perdra sa vitesse, qui se transportera à l'autre corps ; que si deux corps durs égaux, animés de vitesses égales et contraires, viennent à se choquer, ils rebrousseront chemin avec leurs vitesses primitives ; que si un corps dur vient à en choquer un autre animé d'une vitesse de

même sens, mais moindre, il continuera son chemin, s'arrêtera ou rebroussera chemin, suivant que sa masse aura, avec celle de l'autre corps, un rapport supérieur, égal ou inférieur à l'unité, diminuée du double du rapport inverse des vitesses; enfin, que si deux corps durs égaux, en repos et se touchant, viennent à être choqués, dans la direction de leurs centres, par un troisième égal à eux, ce dernier et celui des deux premiers qui se trouvera au milieu resteront en repos, tandis que l'autre prendra la vitesse du corps choquant.

Marci a laissé un autre ouvrage tout aussi remarquable, publié à Prague en 1648, sur la lumière et les rayons diversement colorés. Dans cet ouvrage, intitulé : *Thaumantias Iris*, *liber de arcu cœlesti*, *deque colorum apparentium natura*, *ortu et causis*, l'auteur devance Newton sur plusieurs points importants, notamment sur l'inégale réfrangibilité des rayons diversement colorés.

Quoique excellents pour l'époque, ces deux ouvrages paraissent avoir fait peu d'impression en Allemagne lorsqu'ils parurent, et ne se sont pas répandus au dehors.

FIN DE LA TROISIÈME PARTIE.



TABLE ALPHABÉTIQUE.





